



**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL
DESARROLLO DE NUEVOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN LA POLICÍA
NACIONAL DE COLOMBIA**

Trabajo de grado para obtener el título de
MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL

Presentado por:
JUAN DAVID GIRALDO AGUIRRE, I.C.

Directora:
NATALIA ELIZABETH LOZANO RAMÍREZ, I.C, Arq, Msc Arq.

Co-asesor:
HOLMES JULIÁN PÁEZ MARTÍNEZ, I.C., Msc, Ph.D.

Facultad de Ingeniería
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
Énfasis en Gestión de Proyectos y Construcción
Bogotá D.C., Colombia
Julio de 2019

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo converge la contribución y esfuerzo invaluable de muchas personas, permitiendo alcanzar el producto que hoy se presenta. En primera instancia, agradezco a mi madre, quien acompañó irrestrictamente este proceso, convirtiéndose con su dedicación y ejemplo, en motor para impulsar decididamente el logro del propósito trazado.

Al Ministerio de Defensa Nacional por su apoyo directo, permitiendo materializar este aporte institucional desde la disciplina de ingeniería civil.

Siendo fiel al código de ética policial y al lema Dios y Patria, el cual simboliza la fe del público y el cual acepté en representación de la confianza de mis conciudadanos, agradezco infinitamente a mi Policía Nacional Colombia, por brindarme igualmente su voto de confianza. Dirijo un agradecimiento especial a la Dirección Administrativa y Financiera de la Policía Nacional y a toda el Área de Infraestructura, quienes con su conocimiento, experiencia y profesionalismo me permitieron conocer la trascendental labor que desarrollan en sus actividades diarias contribuyendo a la construcción, no sólo de infraestructura sino de un mejor país.

En general a todos mis familiares, compañeros y amigos que participaron de una u otra forma en el desarrollo de esta investigación.

RESUMEN

A pesar de los avances en el sector de la construcción, en Colombia es motivo relevante de investigación, la gestión de proyectos de construcción en el sector público. Considerando los limitados recursos, se requiere la estructuración de políticas públicas para la adaptación de las nuevas tecnologías en la gestión de proyectos, convirtiéndose Building Information Modeling (BIM), en una herramienta promisoría. Se evalúan alternativas de adopción al interior de una organización pública con objetivos relacionados con la seguridad ciudadana, la cual requiere fortalecer la administración de activos fijos, para garantizar el despliegue de sus procesos. Se estructura un plan de implementación BIM (BIP), con la evaluación de la organización, un análisis de madurez BIM, valoración de inversiones, retorno de la inversión y alineación con políticas de estado. Los resultados muestran un nivel definido de madurez, siendo posible la implementación con algunos aspectos de adaptabilidad para la gestión de los proyectos nuevos.

Palabras clave: Building Information Modeling (BIM), innovación en la construcción, estrategia de implementación, gestión de la información, plan de implementación de BIM (BIP), edificios públicos, Seguridad ciudadana, Policía Nacional de Colombia

ABSTRACT

Despite of the advances in the construction sector, in Colombia the management of construction projects in the public sector is a relevant matter of research. Considering the limited resources, public policies structuring for adaptation of new technologies in project management is required, becoming Building Information Modeling (BIM), in a promising tool. Adoption alternatives are evaluated within a public organization with objectives related to citizen security, which requires strengthening the management of fixed assets, to ensure the deployment of their processes. A BIM implementation plan (BIP) is structured, including the evaluation of the organization, BIM maturity analysis, an investment proposal, return on investment (ROI) and alignment with state policies. The results show a defined level of maturity, being possible the implementation with some aspects of adaptability for the management of new projects.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), construction innovation, implementation strategy, information management, BIM implementation plan (BIP), public buildings, citizen security, Colombian National Police

CONTENIDO

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
LISTA DE TABLAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE ANEXOS	X
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XI
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema.....	3
1.2 Justificación	10
1.3 Objetivos.....	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos específicos	14
2 MARCOS DE REFERENCIA	15
2.1 Marco teórico	15
2.2 Marco Legal	23
2.3 Marco demográfico, geográfico e histórico	26
3 METODOLOGÍA.....	34
3.1 Tipo de investigación.....	34
3.2 Población y muestra.....	34
3.3 Etapas de la investigación.....	34
3.3.1 Cuenta de control 1: Identificar herramientas de implementación BIM	36
3.3.2 Cuenta de control 2: Elaborar el plan para la implementación	48
3.3.3 Cuenta de control 3: Presentación a la alta gerencia	50
4 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM.....	54
4.1 Evaluación del diagnóstico.....	54
4.2 Modelo de implementación.....	55
4.3 Fase previa de implementación BIM	57
4.3.1 Requisitos BIM.....	57
4.3.2 Definición de objetivos BIM.....	58

4.3.3	Usos del plan BIM.....	60
4.3.4	Plataforma estratégica.....	61
4.3.5	Equipo de trabajo inicial.....	63
4.3.6	Liderazgo	64
4.3.7	Apoyo gerencial.....	64
4.3.8	Participación de todos los interesados	65
4.3.9	Identificar las habilidades actuales y requeridas	66
4.3.10	Cronograma y costos	67
4.4	Fase de Implementación BIM	67
4.4.1	Entrenamiento continuo y desarrollo	67
4.4.2	Colaboración.....	68
4.4.3	Ejecución de intercambio de información	70
4.4.4	Selección de software y arquitectura TI.....	70
4.4.5	Conformidad con la estandarización.....	72
4.4.6	Cronograma y costos	73
4.5	Fase posterior de implementación BIM	73
4.5.1	Conocimiento educativo BIM	74
4.5.2	Difusión de la implementación	77
4.5.3	Revisión del rendimiento	78
4.5.4	Plan de soporte	78
4.5.5	Cronograma y costos	79
5	RESULTADOS	81
5.1	Revisión de estándares BIM.....	81
5.2	Análisis de la organización	84
5.3	Diagnóstico	93
5.4	Evaluación de la inversión.....	96
5.4.1	Propuesta de Plan de Implementación BIM (BIP).....	104
5.4.2	Modelo de implementación.....	106
5.4.3	Fases de implementación	106
5.4.4	Propuesta de software y arquitectura TI integrando tecnología BIM	106
5.5	Presentación a la alta gerencia de la organización.....	107
6	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	111



7	CONCLUSIONES.....	114
8	REFERENCIAS.....	117

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales mandatos BIM.....	36
Tabla 2. Modelos de madurez BIM por modelo de evaluación	44
Tabla 3. Usos y objetivos BIM.....	59
Tabla 4. Revisión de objetivos estratégicos	63
Tabla 5. Competencias de trabajo requeridas para los roles principales de BIM.....	75
Tabla 6. Resumen de retorno de la inversión.....	101
Tabla 7. Resumen de VPN y TIR para alcanzar un porcentaje del beneficio mínimo	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tecnologías que pueden mejorar la productividad de la industria de infraestructura urbana.	3
Figura 2. Principales beneficios BIM	4
Figura 3. Círculo de adopción BIM	6
Figura 4. Índice de competitividad global para Colombia 2018	7
Figura 5. Índice de competitividad global para Colombia 2018 – Pilar 1: instituciones.....	8
Figura 6. Percepción de beneficio de retorno de inversión.....	12
Figura 7. Ciclo de vida de vida y herramientas con Autodesk®	15
Figura 8. Niveles de madurez BIM.	17
Figura 9. Niveles de madurez BIM	18
Figura 10. Medidas de beneficio BIM	23
Figura 11. Esquema general de desarrollo de la metodología	35
Figura 12. Etapas previstas de la investigación.....	35
Figura 13. Hoja de ruta BIM de USACE	41
Figura 14. Modelo para la evaluación del ROI en el primer año de implementación	46
Figura 15. Formulación para cálculo del modelo	46
Figura 16. Estructura general del plan de implementación BIM (BIP)	55
Figura 17. Cronograma de actividades para diagnóstico y análisis del modelo	56
Figura 18. Adaptación de usos BIM según Universidad del Estado de Pensilvania	61
Figura 19. Cronograma de actividades para fase previa de implementación BIM	67
Figura 20. Cronograma de actividades para fase de implementación BIM	73
Figura 21. Cronograma de actividades para la fase posterior de implementación BIM	79
Figura 22. Cronograma de actividades para el plan de implementación BIM	80
Figura 23. Resumen de costos y duraciones de las fases previstas en el plan de implementación BIM	80
Figura 24. Clasificación de documento revisado según año.....	82
Figura 25. Clasificación de documentos revisados según tema	83
Figura 26. Estado general de BIM en el mundo.....	84
Figura 27. Infraestructura en estado de situación financiera en 2018.....	85
Figura 28. Presupuesto asignado para 2019	85

Figura 29. Características generales de la organización	86
Figura 30. Clasificación de edificaciones de la organización	87
Figura 31. Estructura organizacional de la institución.....	88
Figura 32. Recurso humano del área de infraestructura.....	88
Figura 33. Inventario de software con que cuenta la organización	89
Figura 34. Encuesta de evaluación de uso de herramientas informáticas en 2018	90
Figura 35. Utilización de software en la organización en el año 2018.....	90
Figura 36. Procesos identificados al interior de la organización	91
Figura 37. Esquema de propuesta de procesos.....	92
Figura 38. Inversiones en infraestructura previstas en 2019	92
Figura 39. Herramienta para la evaluación de la madurez BIM.....	94
Figura 40. Índice de Madurez BIM estimado.....	95
Figura 41. Índice de Madurez BIM	95
Figura 42. Perfiles BIM asignados para revisión de costos de personal	97
Figura 43. Asignación salarial estimada	97
Figura 44 Variables utilizadas en el estudio.....	97
Figura 45. Valores estimados de capacitación para 2018.....	98
Figura 46. Valores estimados de licencias de software Autodesk ® para 2018.....	99
Figura 47. Flujo de inversiones del plan de implementación BIM	99
Figura 48. Resumen de inversiones previstas y tiempo para implementación BIM	100
Figura 49. Variables utilizadas en el modelo para el cálculo del ROI	100
Figura 50. ROI según escenario planteado.....	101
Figura 51. Proyección de beneficio por año para 5 años según escenario de ROI	102
Figura 52. Flujo de caja con beneficio previsto a 10 años.....	102
Figura 53. Evaluación de contratos adicionados en la organización.....	103
Figura 54. Valor presente neto.....	104
Figura 55. Tasa interna de retorno	104
Figura 56. Estructura general del plan de implementación.....	105
Figura 57. Evaluación de políticas impactadas con el BIP en el plan nacional de desarrollo 2018 – 2022	107
Figura 58. Evaluación de política de defensa y seguridad – PDS.....	108
Figura 59. Evaluación de política en el mapa Estratégico Institucional	108



Figura 60. Estructura general del estudio de planeación	109
Figura 61. Estructura general de la directiva	109
Figura 62. Resumen de resultados	110



LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. PERFILES BIM

ANEXO 2. PLAN DE FORMACIÓN

ANEXO 3. USOS BIM

ANEXO 4. ANÁLISIS DE PROCESOS

ANEXO 5. PROCESOS CON BIM

ANEXO 6. MADUREZ BIM

ANEXO 7. CÁLCULO DE LA INVERSIÓN BIM

LISTA DE ABREVIATURAS

- AEC – Architecture, Engineering and Construction (Arquitectura, Ingeniería y Construcción)
- APP – Asociación Público Privada
- BEP – BIM Execution Plan (Plan de Ejecución BIM)
- BIM – Building Information Modeling
- BIP – BIM Implementation Planning (Plan de Implementación BIM)
- CAD – Computer Aided Design (Diseño Asistido por Computadoras)
- CAI – Comandos de Atención Inmediata
- EDT – Estructura de Desglose de Trabajo
- E&C – Engineering & Construction (Ingeniería y Construcción)
- FM – Facility Management (Gestión de instalaciones)
- IFC – Industry Foundation Classes (Formato de archivo abierto utilizado por los programas BIM)
- ICG – Índice de Competitividad Global
- IR – Requisitos de información
- IU – Infrastructure and Urban Development (Infraestructura y Desarrollo Urbano)
- LOD – Level of Detail (Nivel de Detalle)
- LOD – Level of Development (Nivel de Desarrollo)
- MEP – Mechanical, Electrical and Plumbing Engineering (Ingeniería Mecánica, Eléctrica e hidrosanitaria)
- MVD – Definición de vista del modelo

1 INTRODUCCIÓN

La Policía Nacional en su Plan Estratégico Institucional, Comunidades Seguras y en Paz, correspondiente al cuatrienio de gobierno 2015 – 2018, proyectó “al 2030 una policía que soporte su servicio en la convivencia, la seguridad ciudadana y la seguridad pública, orientando sus esfuerzos a la lucha contra el delito, los factores de violencia y los problemas que afectan la seguridad de los ciudadanos, tanto en el ámbito urbano como rural, con un enfoque territorial que contribuya a la acción integrada del Estado” (Policía Nacional de Colombia, 2016b).

En tal sentido cobró gran relevancia “incrementar de capacidades para fortalecer integralmente una Policía de carácter nacional, que fortalezca su naturaleza y esencia, proyecte el sostenimiento y crecimiento de la planta, la ampliación y modernización de infraestructura, el fortalecimiento tecnológico, la capacidad de lucha contra el crimen y la gestión comunitaria, para garantizar una mejor cobertura territorial, tanto para las ciudades como para el campo (Policía Nacional de Colombia, 2016b).

Es necesario optar por alternativas de gestión apropiadas, acorde con los requerimientos del sector de la construcción en la actualidad, que a su vez se ajusten a las tendencias globales, como lo es Building Information Modeling – (BIM), como una tecnología en donde modelos virtuales precisos de un edificio se construyen digitalmente, soportando las fases de diseño, respaldando la construcción, fabricación y adquisición, para la ejecución, operación y mantenimiento (Sacks, Eastman, Lee, & Teicholz, 2018). Para esta metodología se reconocen ciertas ventajas como el mejor desempeño y calidad del proyecto, la mejor productividad, la reducción de pérdidas, la entrega más rápida, nuevas oportunidades de ingresos y negocios y el bajo costo de construcción (Diaz, 2016).

Existen referentes en el mundo con relación a la implementación de BIM, como en el Reino Unido, con su estrategia de construcción en 2011, (Departament for business, 2016). De igual forma La

Unión Europea y su Grupo de Tarea BIM quien generó el (EUBIM TaskGroup, 2016). En los Estados Unidos, desde 1992 se estableció el Consejo de Información de Instalaciones (FIC) (National Institute of Building Sciences, 2015). En Australia se tienen definidos desde las Especificaciones Nacionales de Edificios (NATSPEC) (NATSPEC Construction Information Systems Limited, 2017). En territorio chileno surgió la iniciativa BIM Fórum Chile (BIM forum Chile, 2017).

Debido al escenario fiscal actual en Colombia, se han adelantado estrategias para lograr nuevas fuentes de financiación de proyectos, como la Ley 1508 de 2012, por la cual se establece el régimen jurídico de las asociaciones público-privadas – APP, pero no existen políticas públicas adicionales para la gestión de los proyectos de infraestructura. Específicamente, la Policía Nacional viene apropiando el esquema denominado planeación por capacidades (Ministerio de Defensa Nacional, 2016), adoptando de igual forma el denominado “modelo de administración de recursos logísticos y financieros” (Policía Nacional de Colombia, 2016a).

Como objetivo general de la investigación se planteó la necesidad de desarrollar una propuesta para la implementación de la metodología BIM en la ejecución de nuevos proyectos de infraestructura en la Policía Nacional de Colombia, identificando herramientas de implementación para la gestión de los proyectos, elaborando un plan para la implementación y alineando los resultados encontrados y productos con las políticas institucionales, por cuanto se encuentra en discusión el plan nacional de desarrollo 2018 – 2022, pacto por Colombia, pacto por la equidad.

La estructura del presente documento inicia con una evaluación del estado general de la metodología BIM, evaluación de las capacidades organizativas actuales, estudio del grado de madurez de la institución, la evaluación del retorno de inversión de la implementación. Como parte final se describen los resultados correspondientes.

1.1 Problema

La industria de infraestructura y desarrollo urbano (IU) es una parte integral de la economía global (World Economic Forum, 2018). Las actividades de ingeniería y construcción (E&C) (la parte central de la industria) generan aproximadamente \$ 10 billones (USD) en ingresos anuales, lo que equivale a aproximadamente el 6% del PIB mundial. Sin embargo, en los últimos años, la industria no ha logrado mantenerse al día con el aumento de la productividad en otras industrias, lo que obstaculiza el crecimiento más amplio de las economías nacionales (World Economic Forum, 2018).

De acuerdo con The Boston Consulting Group, la digitalización a gran escala podría ayudar a la industria a ahorrar entre un 12% y un 20%, lo que equivale a entre \$ 1 billón y \$ 1.7 billones anuales (World Economic Forum, 2018).

Es en tal sentido que el foro económico mundial, plantea la posibilidad de apropiar una serie de estrategias que redundarán en el mejoramiento de la productividad en la industria de la infraestructura urbana, entre las cuales se encuentran las siguientes:

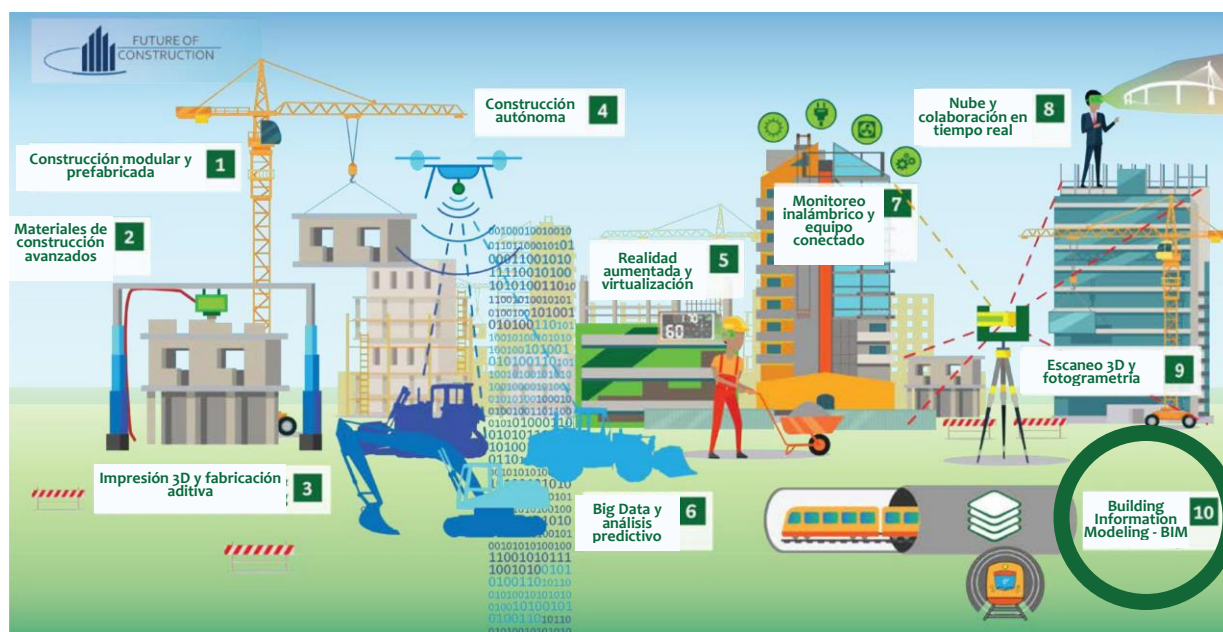


Figura 1. Tecnologías que pueden mejorar la productividad de la industria de infraestructura urbana (World Economic Forum, 2018)

Según diversos autores, Building Information Modeling – BIM, se define como un conjunto de políticas de interacción, procesos y tecnologías a la medida para manejar el diseño de una edificación y sus datos en formato digital en todo su ciclo de vida (Bryde, Broquetas, & Marc Volm, 2013). Es una metodología que utiliza un modelo digital hecho a partir de un archivo estándar compartido entre equipos, cuyos elementos poseen datos inteligentes que auxilian en el desarrollo de un proyecto y en el ciclo de vida de una construcción, conllevando a la mejora en los procesos y resultados (Campos Rodrigues, de Castro Mesquita, Canedo Eduardo, & Martins de Paula, 2017). Es la representación digital de los componentes de un proyecto generado por la creación de gráficos asociados, atributos, fecha y parámetros que promueven el trabajo integrado de todos los profesionales implicados (Jiménez Roberto, Sarmiento, Gómez Cabrera, & Leal-del Castillo, 2017).

Con relación a los beneficios, se reconocen ciertas ventajas BIM como el mejor desempeño y calidad del proyecto, la mejor productividad, la reducción de pérdidas, la entrega más rápida, nuevas oportunidades de ingresos y negocios y el bajo costo de construcción (Diaz, 2016). El reporte del valor comercial de BIM para infraestructura 2017, presenta los principales beneficios de la según encuesta realizada a diferentes usuarios:

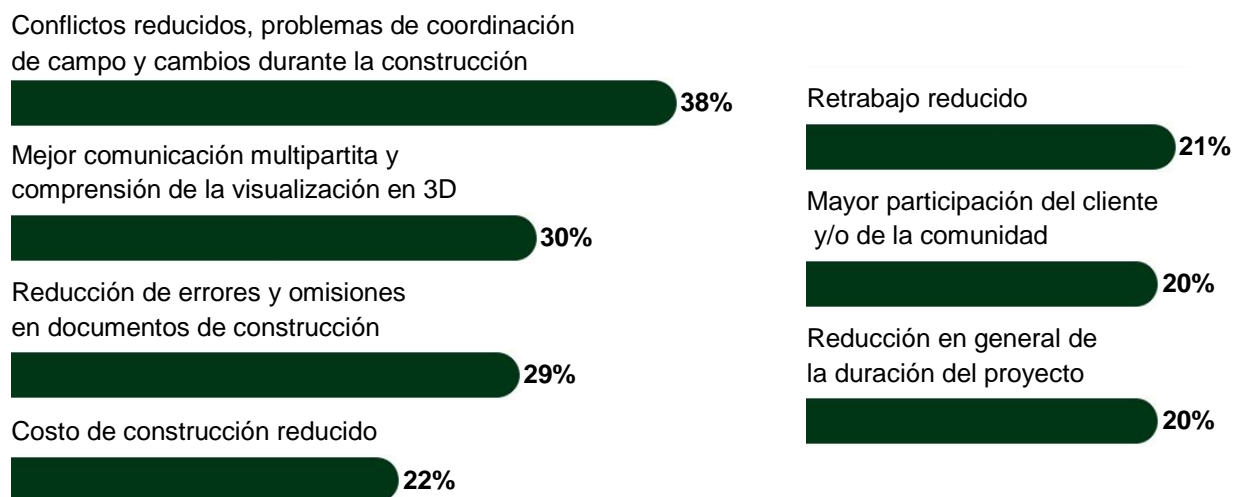


Figura 2. Principales beneficios BIM (Dodge Data & Analytics, 2017)

Con los beneficios que se han identificado, el foro económico mundial indicó que BIM puede reducir la fase de diseño de un proyecto de construcción en un 30% y su costo de diseño en un 8%, según un estudio de la Universidad de Maryland. Según el mismo estudio, BIM puede reducir el 10% de la fase de construcción de un proyecto y 3% del costo de construcción (World Economic Forum, 2018).

La adopción de BIM varía mucho según el país y el nivel de desarrollo económico. En las economías más avanzadas, la mayoría de las empresas utilizan BIM, aunque no en todos los proyectos y no en los niveles más altos (World Economic Forum, 2018). Para mejorar la productividad, la industria de infraestructura urbana (IU) debe acelerar la adopción de BIM. Con ese fin, la Iniciativa futuro de la construcción del Foro Económico Mundial ha priorizado la adopción de BIM como un paso crítico hacia la transformación de la industria (World Economic Forum, 2018).

El foro económico mundial, en el informe denominado “un plan de acción para la adopción de Building Information Modeling (BIM)”, resume las ideas clave y las acciones recomendadas que se realizaron en la mesa redonda de octubre de 2017 en Londres. Indica que para aumentar la adopción de BIM, se requiere una mayor colaboración y que las partes interesadas estén motivadas y tengan las capacidades adecuadas (World Economic Forum, 2018). Las partes interesadas de la industria deben entender cómo BIM los beneficia, agrega valor en lugar de costo, y es el primer paso necesario hacia la digitalización de la industria. La adopción requiere un mejor trabajo en equipo mediante el uso de contratos integrados, nuevas formas de colaboración y estándares abiertos de intercambio de datos para superar las limitaciones planteadas por el propietario del software (World Economic Forum, 2018).

También requiere ayudar a los trabajadores a desarrollar nuevas habilidades y cambiar comportamientos para respaldar nuevos procesos. A nivel gubernamental, es necesario un

compromiso a largo plazo y un financiamiento innovador para que la tecnología llegue a las manos de los interesados que la necesitan (World Economic Forum, 2018).

A continuación se presenta en resumen como es la propuesta para realizar la adopción BIM:

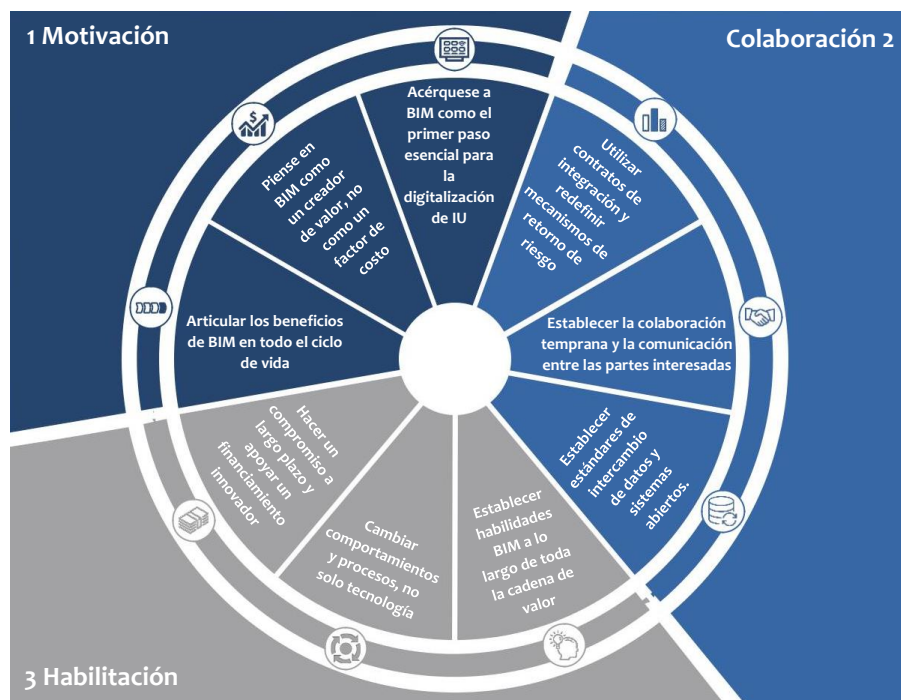


Figura 3. Círculo de adopción BIM (World Economic Forum, 2018)

En conclusión se determina que la industria de infraestructura urbana debería adoptar BIM para ser más productiva y como un primer paso importante hacia la digitalización de la industria, pero solo sucederá si todos los participantes en la cadena de valor actúan y colaboran (World Economic Forum, 2018). Al hacerlo, la sociedad podrá disfrutar de los muchos beneficios de BIM, que incluyen una infraestructura y una vivienda más asequibles, una entrega de proyectos más segura y predecible, un entorno construido más sostenible y resistente y una prestación de servicios de mayor calidad para los usuarios finales (World Economic Forum, 2018).

Por su parte, los estudios sostienen que los clientes públicos desempeñan un papel importante en la implementación de BIM en la industria. Si bien las iniciativas de clientes públicos han ganado

mucho interés en investigaciones anteriores, todavía hay una falta de conocimiento para explorar el papel de los clientes públicos y la elección de estrategias al implementar BIM con el objetivo de cambiar la industria (Lindblad, 2019).

En el entorno colombiano, revisado el índice de Competitividad Global (ICG), el cual mide la capacidad que posee una nación para lograr un crecimiento económico sostenido en el largo plazo en relación con los recursos materiales, como inmateriales con que dispone y su capacidad para proveer a sus habitantes de un alto nivel de prosperidad, se estima que la tendencia no es positiva, por cuanto es un indicativo del estado de la infraestructura nacional y la tendencia general que pueda tener el sector de la construcción.



Figura 4. Índice de competitividad global para Colombia 2018 (Schwab, 2018)

En el índice global, el país se encuentra en el en el puesto 60 de los 140 países analizados. Ha mejorado en este último informe su situación, ya que en 2017 estaba en el puesto 66. Pero si se realiza

la revisión específica desde el primer pilar el índice de competitividad como lo es las instituciones, la situación es un poco más desfavorable, en donde se calificaría en el puesto 89 entre 140.

Revisando este pilar, componentes como crimen organizado lo clasifican en el 135, tasa de homicidios por cada 100.000 habitantes en 131 y confianza en los servicios de policía en el 114 (Schwab, 2018). Este último componente de la evaluación del pilar, en Colombia es liderado por la Policía Nacional, la cual es una institución única en su tipo con relación a otras organizaciones policiales, teniendo dependencia directa del Ministerio de Defensa Nacional (Organización Internacional de Policía Criminal INTERPOL, 2019), mientras otras lo hacen desde otras instancias gubernamentales, por lo que su doctrina se fundamenta en los lineamientos que le fija dicho ministerio.

Pillar 1: Institutions 0-100 (best)	-	50.3 ↑	89	New Zealand
1.01 Organized crime 1-7 (best)	3.0	33.3 ↑	135	Finland
1.02 Homicide rate /100,000 pop.	25.5	15.2 ↑	131	Multiple (9)
1.03 Terrorism incidence 0 (very high) -100 (no incidence)	85.6	85.6 ↑	127	Multiple (24)
1.04 Reliability of police services 1-7 (best)	3.4	40.1 ↑	114	Finland
1.05 Social capital 0-100 (high)	51.6	51.6 ↑	61	Australia
1.06 Budget transparency 0-100 (best)	92.3	92.3 =	4	Multiple (2)
1.07 Judicial independence 1-7 (best)	2.8	30.2 ↓	112	Finland
1.08 Efficiency of legal framework in challenging regulations 1-7 (best)	2.6	27.2 ↓	115	Finland
1.09 Freedom of the press 0-100 (worst)	41.0	59.0 ↑	106	Norway
1.10 Burden of government regulation 1-7 (best)	2.6	27.0 ↑	123	Singapore
1.11 Efficiency of legal framework in settling disputes 1-7 (best)	2.7	28.8 ↑	121	Singapore
1.12 E-Participation Index 0-1 (best)	0.92	92.1 ↑	23	Multiple (3)
1.13 Future orientation of government 1-7 (best)	3.2	36.3 ↑	103	Singapore
1.14 Incidence of corruption 0-100 (best)	37.0	37.0 =	80	New Zealand
1.15 Property rights 1-7 (best)	4.0	50.3 ↑	94	Finland
1.16 Intellectual property protection 1-7 (best)	3.9	49.1 ↓	78	Finland
1.17 Quality of land administration 0-30 (best)	16.5	55.0 =	64	Singapore
1.18 Strength of auditing and reporting standards 1-7 (best)	4.8	63.1 ↑	57	Finland
1.19 Conflict of interest regulation 0-10 (best)	8.0	80.0 =	11	Multiple (2)
1.20 Shareholder governance 0-10 (best)	6.7	67.0 =	32	Kazakhstan

Figura 5. Índice de competitividad global para Colombia 2018 – Pilar 1: instituciones (Schwab, 2018)

De manera particular, no solo para esta institución, sino para todo el sector defensa del cual hace parte en la actualidad, se viene apropiando el esquema denominado planeación por capacidades (Ministerio de Defensa Nacional, 2016), tratándose de una metodología en donde los proyectos

deberán ser evaluados no solo hasta su entrada en servicio, sino durante todo su ciclo de vida, por lo cual BIM puede ser una alternativa viable para adoptar en sus proyectos de construcción.

Por otra parte, según lo indica el informe de la Contraloría General de la República en su auditoría realizada en el año 2015, se establecieron ciento noventa y uno (191) hallazgos administrativos, de los cuales, trece (13) tienen presunta incidencia fiscal, diecisiete (17) tienen presunta connotación disciplinaria, tres (03) para iniciar Indagación Preliminar, ninguno con connotación penal. Adicionalmente se evidenciaron quince (15) beneficios de auditoría por valor de \$298.78 millones (Contraloría General de la República, 2016). Se estima que de los 13 hallazgos con incidencia fiscal, el 92% tiene alguna relación con la gestión de bienes inmuebles o desarrollo de infraestructura para la institución. En el año 2017, el mismo ente de control fenece la cuenta fiscal de la Policía Nacional, por la vigencia fiscal 2017, estableciendo sesenta y siete (67) hallazgos administrativos (Contraloría General de la República, 2018). El informe detallado no ha sido liberado a la fecha de elaboración del presente estudio.

Por las razones expuestas, la Institución se encuentra adoptando el denominado “modelo de administración de recursos logísticos y financieros”, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad de la capacidad logística necesaria para la prestación del servicio de policía (Policía Nacional de Colombia, 2016a).

En una escala superior, revisando las políticas de Estado, según lo indicó el documento CONPES 3615, la infraestructura de las entidades públicas y la gestión de sus activos fijos no responden a las necesidades estratégicas y operacionales de las mismas (Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES, 2009). Esta disertación converge en los siguientes ejes problemáticos:

- Insuficiencia de recursos públicos para inversión.
- Desconocimiento de alternativas de gestión de activos.
- Exceso de crecimiento de la demanda por servicios frente a la oferta.

- Precaria proyección estratégica en infraestructura pública (Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES, 2009).

Lo anterior llevó a concluir que es necesario lograr nuevas fuentes de financiación de proyectos, con la participación de capital privado en los proyectos públicos, derivando en la promulgación en el año 2012, de la Ley 1508 de enero 10 de 2012, por la cual se establece el régimen jurídico de las asociaciones público privadas – APP, generando una alternativa de financiación.

Por lo tanto, se determina que existen políticas enfocadas a generar opciones de financiación de proyectos públicos, además de existir políticas sectoriales e institucionales para la administración de los recursos asignados, pero no se cuenta con otras políticas públicas concretas para la gestión de los proyectos de infraestructura, con los beneficios que puede ofrecer una metodología como BIM.

1.2 Justificación

Conociendo la calificación de instituciones del índice de competitividad global, se genera un desafío importante para el estado colombiano, a fin de mejorar aspectos relacionados con la seguridad y convivencia ciudadana, lo cual desde el punto de vista de la gestión misional, una institución como la Policía Nacional “busca la prestación del servicio policial al menor costo posible. Básicamente el servicio demanda los siguientes recursos: el primero de ellos es el talento humano siendo este el más importante de todos, adicionalmente, están los recursos tecnológicos que buscan proveer la información que sirva de soporte para la prestación del servicio, así como la adquisición e implementación de las nuevas tecnologías, y los recursos logísticos para movilidad (terrestre, aérea y fluvial), intendencia, armamento, comunicaciones y de infraestructura” (Policía Nacional de Colombia, 2016b). Por esto se requiere una gestión eficiente de los recursos y de manera particular se necesita infraestructura de carácter social para la seguridad. Desde este punto de vista, y considerando que al interior del Estado colombiano existen instituciones como la Policía Nacional que adelantan la gestión

propia de su infraestructura, siendo una organización con características especiales, sería factible acceder a los beneficios con la implementación de BIM, en la búsqueda de mejorar la gestión de los activos, redundando en el mejoramiento de aspectos de seguridad que se califican en el índice de competitividad global.

La Policía Nacional, con la Resolución No. 00003 de 2019, fija para el cuatrienio 2019 – 2022 en su Mapa Estratégico Institucional, los objetivos estratégicos adoptados por la Institución con 4 perspectivas:

- Ciudadano y gobierno
- Servicio de policía
- Desarrollo humano y organizacional
- Recursos estratégicos (Policía Nacional de Colombia, 2019a)

En esta última perspectiva, se encuentran previsto el modelo de optimización de recursos, el modelo de administración y el impacto en la ejecución, lo cual requiere de aspectos de carácter operacional para lograr los objetivos. Por lo tanto se propuso realizar el estudio con mayor detalle, de la forma como podría implementarse BIM con la capacidad de adaptabilidad de la organización, convirtiéndose por lo tanto la hipótesis del presente trabajo, en que la Policía Nacional de Colombia se encuentra en capacidad de implementar la metodología BIM para la gestión de nuevos proyectos de infraestructura.

Según la evaluación efectuada por otros autores en años anteriores, la metodología BIM ha tenido un incremento en su uso en la industria de AEC y FM – Facility Management. “La tecnología BIM y los procesos asociados están en el centro de cómo el proceso de diseño y construcción del edificio puede responder a las crecientes presiones de mayor complejidad, desarrollo más rápido, mejor sostenibilidad y reducir el costo del edificio y su uso posterior” (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston,

2011). BIM ha realizado grandes aportes de manera positiva a la gestión de los proyectos de construcción, tal como indicaron (Abanda, Vidalakis, Oti, & Tah, 2015), manifestando que Building Information Modeling (BIM), era uno de los desarrollos más prometedores en las industrias de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC).

Con relación al estado más reciente de BIM, se ha conocido que un estudio de más de 200 proyectos de transporte llevado a cabo en 20 países de cinco continentes reveló que los costos de desarrollo sin BIM fueron en promedio un 28% superiores a lo que se había estimado. Por otra parte, el 70% de los proyectos ejecutados sin BIM en el sector del petróleo y el gas en los últimos cinco años no se ajustaron al plazo ni al presupuesto. Como los proyectos son cada vez más complejos desde el punto de vista físico, comercial, ambiental y social, el proceso tradicional de diseño dejará progresivamente de ofrecer resultados aceptables (Thasarathar, 2017).

Una de las grandes barreras que dificulta la implementación BIM obedece a la incertidumbre con relación al retorno de la inversión. De acuerdo con el reporte del valor comercial de BIM para infraestructura 2017, se coincide en indicar que el retorno de la inversión según la percepción de profesionales y contratistas que han usado BIM, es en su mayoría positiva:

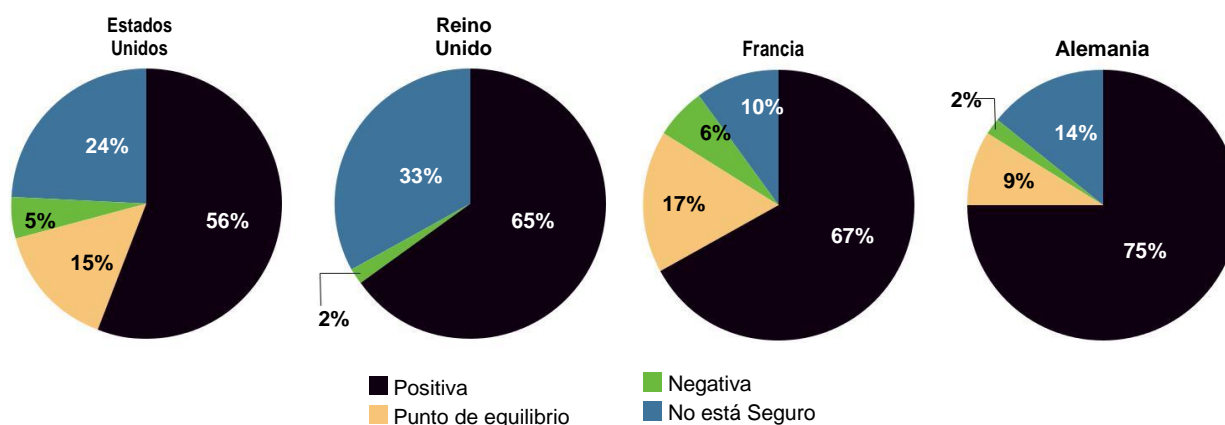


Figura 6. Percepción de beneficio de retorno de inversión (Dodge Data & Analytics, 2017)

Para llegar a la implementación de BIM, en varias regiones del mundo se han desarrollado estándares, con lo cual se busca garantizar la correcta implementación, generar buenas prácticas, garantizar que se alcancen los beneficios de la mejor manera y se sorteen en buena medida las barreras. El ejemplo más notable es el Reino Unido, quien publicó la estrategia de construcción en 2011, para reducir el costo de los activos del sector público hasta en un 20% para 2016 (Department for business, 2016). En lo que se relaciona con la implementación, con dichos estándares se determinan las descripciones de los componentes del BIM, cuyas responsabilidades son a nivel de estrategia, gestión y producción (AEC (UK) Initiative, 2015).

La Unión Europea creó el Grupo de Tarea BIM, evaluó el estado y las propuestas de implementación y concluyó la necesidad de generación de políticas públicas para apropiar la metodología BIM a los proyectos de infraestructura del sector público (EUBIM Task Group, 2016).

En los Estados Unidos, desde 1992 se estableció el Consejo de Información de Instalaciones (FIC) (National Institute of Building Sciences, 2015), desde donde se desarrolló la Norma Nacional BIM (NBIMS) en 2005 para mejorar la interoperabilidad BIM. A comienzos de 2008, el FIC emite la iniciativa NBIMS Versión 1 – Parte 1.

En Australia se tienen definidos desde las especificaciones nacionales de edificios (NATSPEC), algunos lineamientos para la implementación de proyectos BIM. Existen dos guías, la NATSPEC, que es utilizada por los profesionales en general y la AUS-SPEC que es el sistema de especificaciones del gobierno local para la gestión del ciclo de vida de los activos (NATSPEC Construction Information Systems Limited, 2017).

A nivel regional, en territorio chileno surgió la iniciativa BIM Fórum Chile, siendo una instancia técnica y permanente, que convoca a los principales profesionales e instituciones relacionadas con BIM (BIM forum Chile, 2017).

Considerando la importancia del sector de la construcción en un entorno global, con una clara incidencia en la competitividad de Colombia, cuyo aporte tiene trascendental importancia el sector público, en donde la gestión de infraestructura requiere herramientas eficientes, en virtud de las ventajas que puede ofrecerse al momento de utilizarse una metodología como BIM en los proyectos de infraestructura, además de los antecedentes relacionados con la generación de políticas públicas en gobiernos extranjeros, surge como pregunta de investigación la siguiente: ¿Cómo implementar la metodología BIM para la gestión de nuevos proyectos de infraestructura en la Policía Nacional de Colombia?

1.3 Objetivos

Con la presente investigación se buscó alcanzar los siguientes objetivos:

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta para la implementación de la metodología BIM en la ejecución de nuevos proyectos de infraestructura en la Policía Nacional de Colombia.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar herramientas de implementación BIM que permitan la gestión de nuevos proyectos de infraestructura en la organización.
- Elaborar un plan para la implementación al interior de la organización con las herramientas identificadas.
- Presentar a la alta gerencia de la organización el plan de implementación para la gestión de nuevos proyectos institucionales.

2 MARCOS DE REFERENCIA

2.1 Marco teórico

Con la tecnología BIM, uno o más modelos virtuales precisos de un edificio se construyen digitalmente, soportado todas las fases de diseño, permitiendo un mejor análisis y control que los procesos manuales. Cuando se completan, estos modelos de computadora contienen la geometría precisa y los datos necesarios para respaldar las actividades de construcción, fabricación y adquisición a través de las cuales se realiza, opera y mantiene el edificio (Sacks et al., 2018).

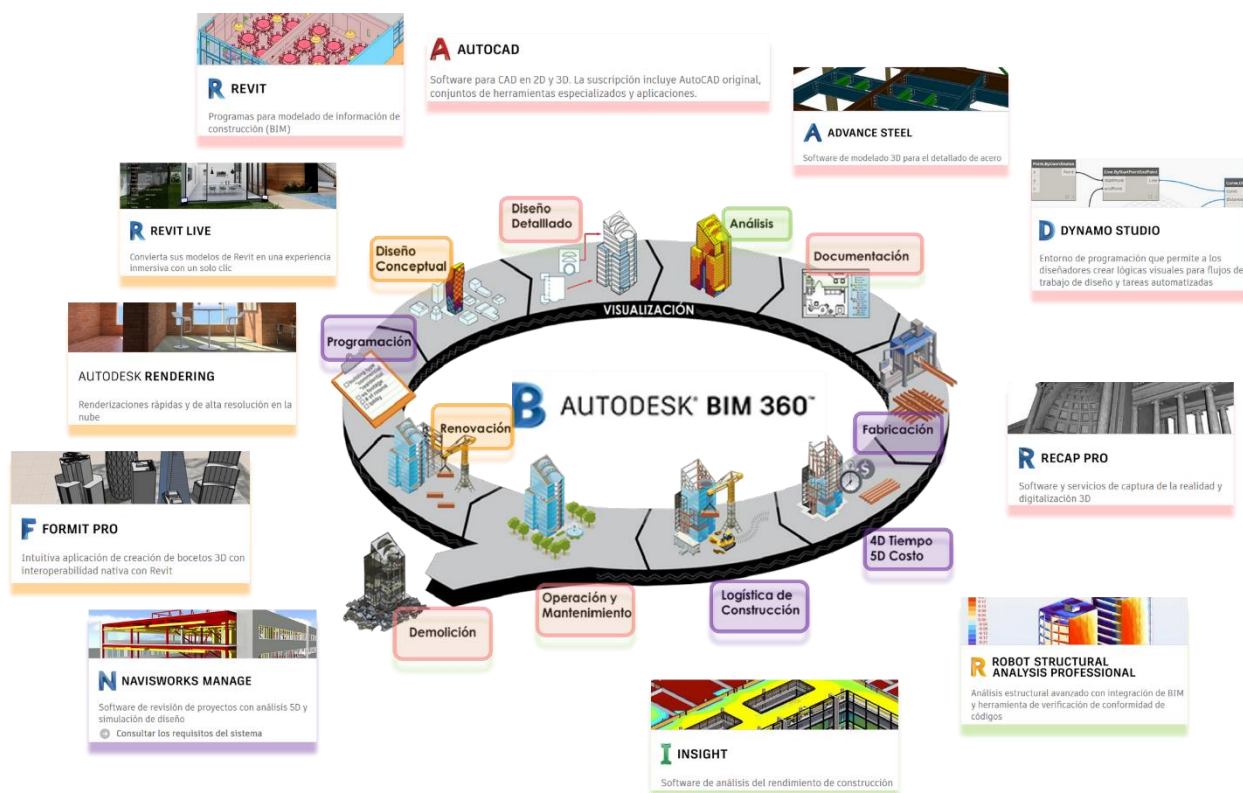


Figura 7. Ciclo de vida de vida y herramientas con Autodesk® (2aCAD Global Group, 2019)

BIM se adapta a muchas de las funciones necesarias para modelar el ciclo de vida de un edificio, proporcionando la base para un nuevo diseño y capacidades de construcción y cambios en los roles y las relaciones entre un equipo de proyecto. BIM facilita un proceso de diseño y construcción más

integrado que da como resultado edificios de mejor calidad a menor costo y menor duración del proyecto. BIM también puede admitir una mejor gestión de instalaciones – facility management (FM) y futuras modificaciones en el edificio (Sacks et al., 2018).

En lo que respecta a plataformas y herramientas BIM, es importante indicar que los sistemas CAD generan archivos digitales que consisten principalmente en vectores, tipos de línea asociados e identificaciones de capa. Un modelo puede admitir múltiples vistas diferentes de los datos contenidos dentro de un conjunto de dibujos, incluidos 2D y 3D. Un modelo de construcción puede describirse por su contenido o sus capacidades. El último enfoque es preferible, ya que define lo que puede hacer con el modelo en lugar de como se construye la base de datos (Sacks et al., 2018).

En el manual BIM: guía para Building Information Modeling para propietarios, gerentes, diseñadores, ingenieros y contratistas (Sacks et al., 2018), se indica que BIM, además de ser una tecnología de modelación, es un conjunto asociado de procesos para producir, comunicar y analizar modelos de construcción caracterizados por:

- *“Construir componentes con representaciones digitales (objetos) que llevan atributos de datos y gráficos, así como reglas paramétricas que les permiten manipularlos de manera inteligente.*
- *Incluir componentes con datos que describen cómo se comportan para los análisis y los procesos de trabajo, como el despegue de la cantidad, las especificaciones y el análisis de energía.*
- *Posee datos consistentes y no redundantes, con lo que cambios en datos de componentes están representados en todas las vistas y los ensamblajes”* (Sacks et al., 2018).

En el mismo manual BIM, se indica que otra forma de caracterizar BIM es definir los niveles de madurez de la aplicación de la tecnología que exprese el grado de colaboración en el proceso, así como los niveles de sofisticación del uso de las herramientas individuales (Sacks et al., 2018). Los siguientes son los niveles BIM reconocidos:

- **Nivel 0:** Este nivel se define como CAD no administrado. Información 2D en papel o PDF, cubren información básica de activos.
- **Nivel 1:** Combinación de CAD 3D para trabajo conceptual y 2D para la documentación de aprobación e Información de producción. Los modelos no se comparten entre los miembros del equipo del proyecto.
- **Nivel 2:** Esto se distingue por el trabajo colaborativo. Todas las partes usan sus propios modelos en 3D, pero no están trabajando en un solo modelo compartido.
- **Nivel 3:** Representa la colaboración total entre todas las disciplinas mediante el uso de un modelo de proyecto único y compartido. Todas las partes pueden acceder y modificar el mismo modelo reduciendo el riesgo de información conflictiva. Esto se conoce como “Open BIM” (Sacks et al., 2018).

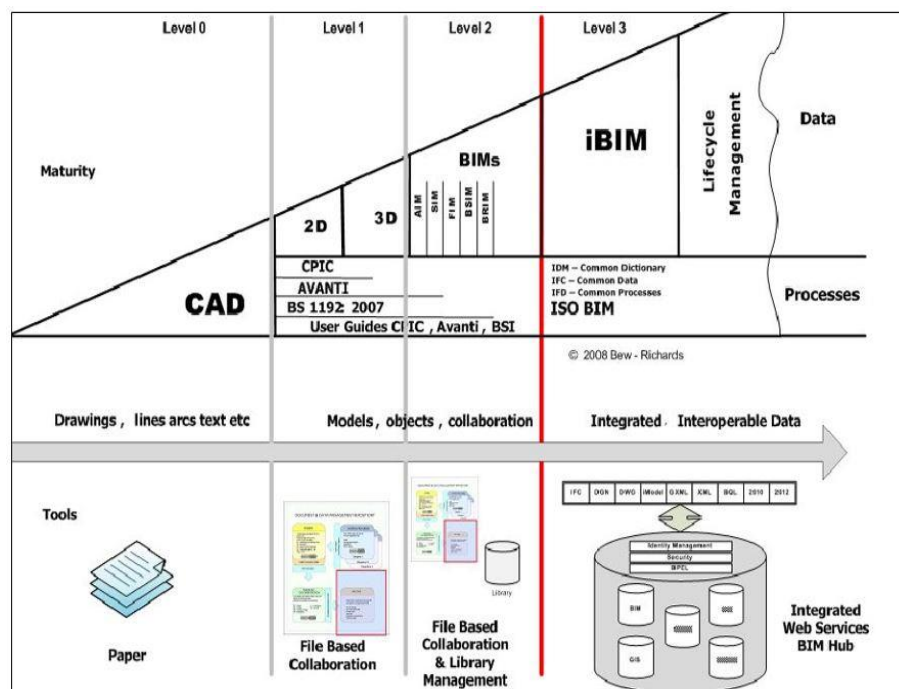


Figura 8. Niveles de madurez BIM.
(The Scottish Futures Trust (SFT), 2018)

De manera esquemática el Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del Reino Unido, presenta los mismos niveles de madurez, soportados en la cultura, estándares, procesos, herramientas, liderazgo, estrategia, educación, asociación, organización e integración.

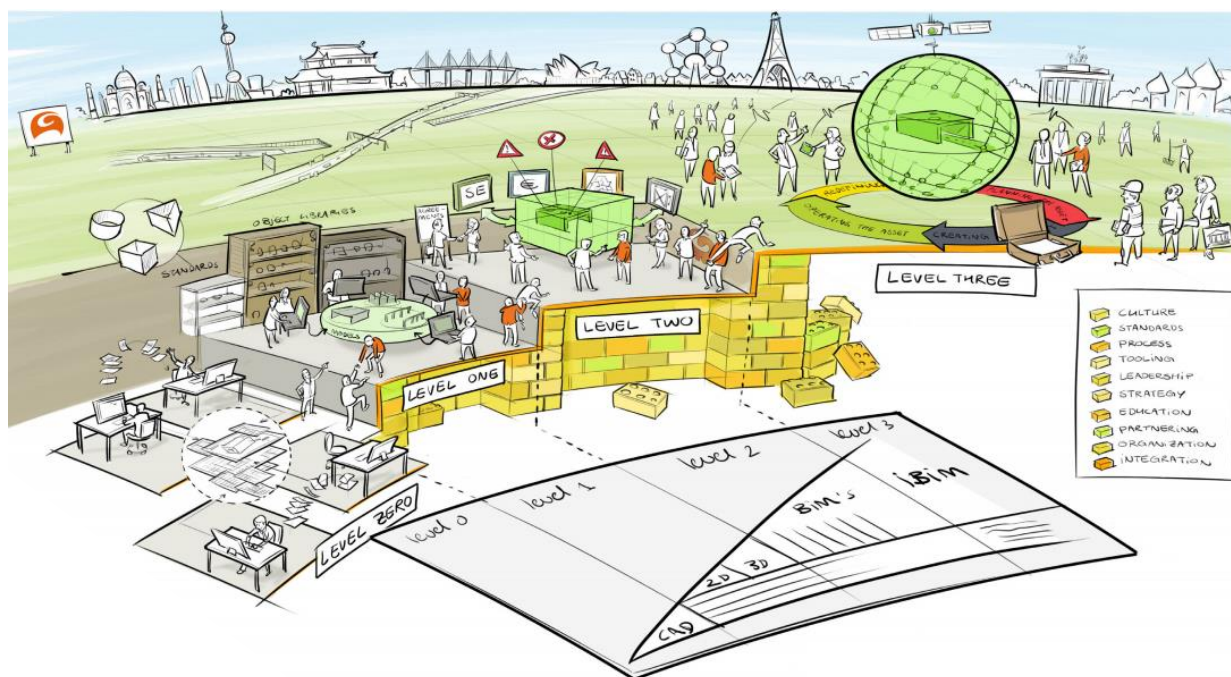


Figura 9. Niveles de madurez BIM
(ARCADIS, 2019)

Según (Sacks et al., 2018), el concepto de objetos paramétricos es fundamental para comprender BIM y su diferenciación de los objetos 2D tradicionales, definiéndolos de la siguiente manera:

- “Consiste en definiciones geométricas, datos y reglas asociadas.
- La geometría está integrada sin redundancia y no permite inconsistencias.
- Las reglas paramétricas para los objetos modifican automáticamente las geometrías cuando se inserta un nuevo elemento o se realizan cambios en los objetos asociados.
- Los objetos se pueden definir en diferentes niveles de agregación, por lo que podemos definir un muro así como sus componentes relacionados.

- *Las reglas de los objetos pueden identificar cuándo un cambio en particular viola la viabilidad del objeto en cuanto al tamaño, la capacidad de fabricación, etc.*
- *Los objetos tienen la capacidad de vincular o recibir, transmitir o exportar conjuntos de atributos.”*

De acuerdo con manual BIM (Sacks et al., 2018), en lo que respecta a la colaboración del equipo de proyecto, las interfaces abiertas deben permitir la importación de datos y la exportación de datos en varios formatos. Existen cuatro enfoques diferentes para dicha integración:

- Permanecer dentro de los productos de un proveedor de software.
- Utilizar el software de proveedores que han colaborado para proporcionar intercambios de archivos directos.
- El uso de software de varios vendedores que pueden intercambiar datos utilizando estándares abiertos.
- Modelo de intercambio de datos basado en servidor a través de una base de datos.

Por su parte, *“BIM admite una reevaluación del uso de TI en la creación y administración del ciclo de vida de la instalación. Las partes interesadas incluyen bienes raíces, propiedad, financiamiento, todas las áreas de arquitectura, ingeniería, construcción, fabricación, mantenimiento de instalaciones, operación, planificación, cumplimiento normativo, gestión de activos, sostenibilidad e incluso deconstrucción dentro del ciclo de vida de la instalación”* (Sacks et al., 2018).

De igual manera, es importante indicar cuales soluciones de modelado que no constituyen plataformas BIM:

- *“Modelos que contienen solo datos en 3D y ningún (o pocos) atributos de objeto para visualizaciones gráficas.*
- *Modelos sin soporte de comportamiento que no pueden ajustar su posición o proporciones porque no implementan un comportamiento paramétrico.*

- *Modelos que se componen de múltiples archivos de referencia CAD 2D que deben combinarse para definir el edificio.*
- *Modelos que permiten cambios a las dimensiones en una vista que no se reflejan automáticamente en otras vistas” (Sacks et al., 2018).*

En lo que respecta a los beneficios que se documentan con relación a la implementación BIM, en 2008, (Goedert & Meadati, 2008), indicaron que las prácticas existentes facilitaban la implementación del BIM hasta la fase de preconstrucción solamente. La disponibilidad del modelo 3D y la Integración de los documentos del proceso de construcción e Implementación de BIM limitaban la aplicación durante todo el ciclo de vida del proyecto.

En 2013, se informa que el beneficio más frecuentemente reportado de BIM, se relacionó con la reducción de costos y el control durante el ciclo de vida del proyecto. También se registraron ahorros significativos de tiempo. Los impactos negativos se centraron en el uso del software BIM. Los análisis costo – beneficio, la sensibilización y la educación y capacitación son actividades importantes para abordar los retos del uso del BIM (Bryde et al., 2013).

Los beneficios particularmente se encontraron asociados a factores económicos en la etapa de construcción, pero para la fase de operación, pareciera conservar dicha tendencia: *“Los sistemas BIM son base de conocimientos integrados que pueden proporcionar funciones útiles avanzadas para las operaciones de construcción”* (Motawa & Almarshad, 2013).

En uno de los estudios revisados, (Lu, Fung, Peng, Liang, & Rowlinson, 2014), tomaron datos empíricos sobre dos proyectos de vivienda pública, uno con BIM implementado y el otro sin éste, en donde se calculan los costos / beneficios de la implementación de BIM. Se encuentra que, cuando en comparación con el proyecto no BIM, la implementación BIM aumentó el esfuerzo de entrada en la etapa de diseño en un 45,93%, pero en la etapa de construcción una disminución de 8,61% por metro cuadrado. La implementación BIM contribuyó con un ahorro de costes del 6,92%.

(Abanda et al., 2015) concluyeron que los sistemas BIM emergentes ofrecen grandes oportunidades para superar este desafío para toda la industria. En última instancia, esto depende en gran medida de la eficacia de la información de intercambio y capacidades relevantes. Este es el concepto subyacente de la interoperabilidad BIM.

Más recientemente, (Sacks et al., 2018), afirmaron que BIM se encuentra en el centro de las formas en que el diseño y el proceso de construcción del edificio pueden responder a las crecientes presiones para lograr una mayor complejidad, un desarrollo más rápido, una mayor sostenibilidad, un menor costo y una operación y mantenimiento más eficaz y eficiente de los edificios. La práctica tradicional no es capaz de responder a estas presiones. Los siguientes son los beneficios principales que se reportan con la implementación de la tecnología:

“Previo a la construcción

- *Un modelo de construcción aproximado, integrado y vinculado a una base de datos de costos puede ser de gran valor y asistencia para el propietario.*
- *Un modelo esquemático antes de un modelo de construcción detallado permite una evaluación más cuidadosa del esquema para determinar si cumple con los requisitos funcionales, de sostenibilidad y otros requisitos del edificio.*
- *Permite colaboración mejorada usando la entrega integrada de proyectos (IPD).*

Para el diseño

- *El modelo 3D está diseñado directamente en lugar de generarse desde múltiples vistas 2D.*
- *Al estar controlados por reglas paramétricas, el modelo 3D estará libre de errores de geometría, alineación y coordinación espacial.*

- *Se pueden extraer dibujos precisos y consistentes para cualquier conjunto de objetos o vista específica del proyecto.*
- *Facilita el trabajo simultáneo de múltiples disciplinas de diseño.*
- *Proporciona visualizaciones 3D y cuantifica el área de espacios y otras cantidades de materiales, lo que permite estimaciones de costos más tempranas y precisas.*
- *En cualquier etapa del diseño se pueden extraer una lista precisa de cantidades y espacios que se pueden utilizar para la estimación de costos.*
- *La vinculación con las herramientas de análisis de energía permitiendo la evaluación del uso de energía durante las primeras fases de diseño.*
- *Requisitos de seguridad, reduciendo las oportunidades de modificaciones.*

Construcción y fabricación

- *Si el modelo se detalla al nivel de los objetos de fabricación (modelo de taller), contendrá una representación precisa para la fabricación y construcción.*
- *El cambio de diseño sugerido se puede ingresar en el modelo de construcción y los cambios a los otros objetos en el diseño se actualizarán automáticamente.*
- *Descubrimiento de errores de diseño y omisiones antes de la construcción.*
- *La planificación de la construcción utilizando CAD 4D requiere vincular un plan de construcción a los objetos 3D en un diseño y complementar el modelo con objetos de equipo de construcción (apuntalamiento, andamios, grúas, etc.).*
- *Las técnicas de construcción LEAN requieren una coordinación cuidadosa entre el contratista general y todos los subcontratistas para garantizar que solo el trabajo que se puede realizar.*
- *Sincronización de Compras con Diseño y Construcción.*

Posteriores a la construcción

- Mejora de la puesta en servicio y entrega de información de la instalación.
- Mejor Gestión y Operación de Instalaciones.
- Integración con sistemas de gestión y operación de instalaciones” (Sacks et al., 2018).

De los anteriores beneficios reportados en la literatura, se han identificado las siguientes como las principales medidas de beneficio:

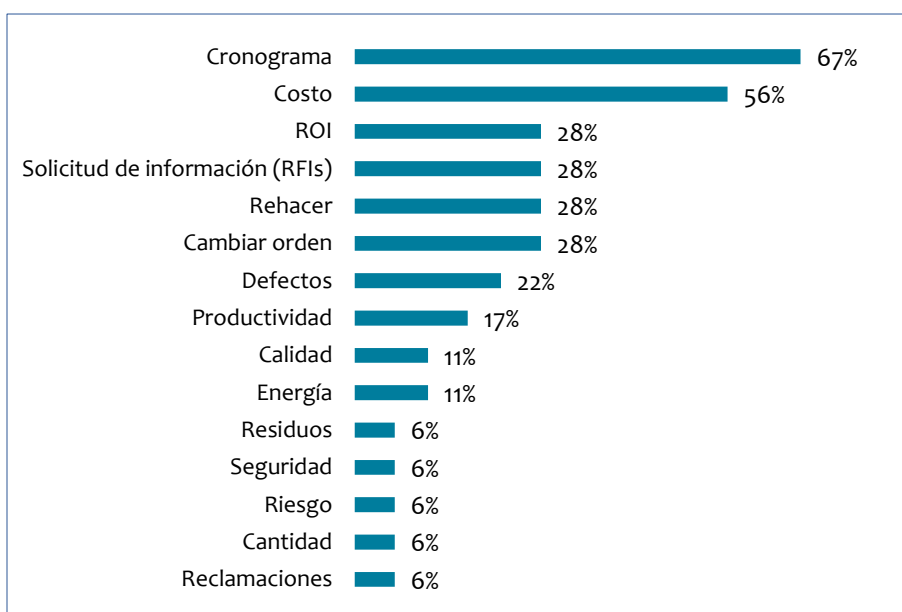


Figura 10. Medidas de beneficio BIM
(Sacks et al., 2018)

2.2 Marco Legal

La organización estudiada al interior del estado colombiano es la Policía Nacional, cuya historia va vinculada a la del Ministerio de Defensa Nacional de Colombia “heredero de la Secretaría de Guerra y de Marina enunciada en la Constitución de Cúcuta de 1821, así como del Ministerio de Guerra creado en 1886, que fue transformado en Ministerio de Defensa en 1965” (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2016). El gobierno -con el decreto 1000 del 5 de noviembre de 1891- organiza un cuerpo

de Policía Nacional. Más adelante, en 1953 la Institución se incorporó al entonces Ministerio de Guerra, como cuarto componente del Comando General de las Fuerzas Militares (Policía Nacional de Colombia, 2010).

En lo que respecta a la estructura del estado colombiano, se contempla la división del poder público en tres ramas: la legislativa, la ejecutiva, y la judicial, art. 113 (Asamblea Nacional Constituyente, 1991). La rama ejecutiva está conformada por sectores, uno de los cuales se encarga de la defensa nacional, cuya cabeza es el Ministerio de Defensa. Alineado con dicha organización, la constitución política de Colombia estableció que *“la fuerza pública estará integrada en forma exclusiva por las Fuerzas Militares y la Policía Nacional”*, art. 216 (Asamblea Nacional Constituyente, 1991) y se definió, a su vez que *“la Nación tendrá para su defensa unas Fuerzas Militares permanentes constituidas por el Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea”*, art. 217 (Asamblea Nacional Constituyente, 1991). Asimismo, la Constitución concibió a la Policía Nacional como *“un cuerpo armado permanente de naturaleza civil, a cargo de la Nación, cuyo fin primordial es el mantenimiento de las condiciones necesarias para el ejercicio de los derechos y libertades públicas, y para asegurar que los habitantes de Colombia convivan en paz”*, art. 218 (Asamblea Nacional Constituyente, 1991).

La estructura orgánica de la Institución se definió con el decreto 4222 de 2006 (Ministerio de Defensa Nacional, 2006), identificándose niveles de despliegue misional de la siguiente manera:

- Nivel dirección, con la Dirección y Subdirección General
- Nivel asesor, ubicándose la Oficina de Planeación, la Oficina de Telemática, la Oficina de Comunicaciones Estratégicas y la Secretaría General.
- Nivel de supervisión y control, con la Inspección General y el Área de Control Interno.
- Nivel de ejecución, el cual a su vez se divide en tres (3) ámbitos:

- Operativo, con las Direcciones de Seguridad Ciudadana, Carabineros y Seguridad Rural, Investigación Criminal e Interpol, Inteligencia Policial, Antinarcóticos, Protección y Servicios Especiales, Antisecuestro y Antiextorsión y Tránsito y Transporte.
- Administrativo, con las Direcciones Administrativa y Financiera, Talento Humano, Sanidad, Bienestar Social e Incorporación.
- Educativo con la Dirección Nacional de Escuelas.

En la actualidad la dependencia orgánica que tiene a su cargo la gestión de las edificaciones es la Dirección Administrativa y Financiera, debiendo *“dinamizar la construcción y el mantenimiento de los bienes inmuebles de la Policía Nacional”* (Policía Nacional de Colombia, 2014).

Para la gestión de proyectos, las políticas van asociadas a los períodos de gobierno. Con el instructivo 013 SUDIR – OFPLA, de 20 de abril de 2013, se definieron los *“Lineamientos para la elaboración del plan de inversiones 2015 – 2018 de la Policía Nacional”* (Policía Nacional de Colombia, 2013), pero en la actualidad se adoptaron las definiciones estratégicas y el marco estratégico institucional 2019 – 2022 de la Policía Nacional, según la resolución 0003 de 01 de enero de 2019.

Para revisar los proyectos y determinar la coherencia con las políticas, conveniencia, necesidades institucionales y disponibilidad de recursos, con la resolución 00519 de 15 de febrero de 2016, se crea el comité de seguimiento a los recursos asignados. Por su parte en el mismo año, el Ministerio de Defensa Nacional con el plan estratégico del sector defensa y seguridad, apropió la estrategia de *“planeación por capacidades como un proceso que encadena la visión estratégica de la organización, diseñando los elementos necesarios para el cumplimiento de la misión y la entrega de éstos para la materialización de los objetivos estratégicos”* (Ministerio de Defensa Nacional, 2016). La Policía Nacional en su plan estratégico institucional, apoyó la necesidad de desarrollar la metodología de planeación por capacidades (Policía Nacional de Colombia, 2016b).

En el momento de elaboración del presente trabajo, se encontraba en trámite el plan nacional de desarrollo 2018 – 2022, del cual se desprenden algunas políticas que se ajustan a los requerimientos para la implementación BIM. Por su parte, el Ministerio de Defensa Nacional, emitió políticas de defensa y seguridad, como su aporte particular para el plan nacional de desarrollo.

En lo que corresponde a los proyectos BIM, en cuanto a responsabilidades y alcance legal, el manual BIM indica que la propiedad y los derechos de información son un aspecto clave debido a la naturaleza digital y colaborativa del material. Las guías de BIM de los Estados Unidos, Finlandia, Corea del Sur y Singapur dicen unánimemente que el cliente es el propietario de los modelos digitales e información, así como los otros entregables (Sacks et al., 2018).

Las demandas judiciales atribuidas a las responsabilidades y los derechos relacionados con BIM son menos frecuentes de lo previsto. Sin embargo, los abogados recomiendan que las responsabilidades y los derechos de los participantes en el proyecto se establezcan claramente en los contratos para evitar cualquier disputa o conflicto innecesario entre los participantes del proyecto durante o después de un proyecto (Sacks et al., 2018).

2.3 Marco demográfico, geográfico e histórico

Por las características de la organización anteriormente descrita, fue importante evaluar la acogida de BIM en el sector público y como ésta puede contribuir a mejorar la gestión de la administración pública. (Porwal & Hewage, 2013), demostraron que las propuestas de adquisiciones basadas en BIM para proyectos de construcción financiados con fondos públicos, en el acuerdo contractual sugerido al proyecto, dio como resultado una mejora de la productividad, una mejor coordinación y una reducción de reprocesos.

En 2014, fue posible determinar que para la instalación de unidades prefabricadas para cuatro proyectos del sector público, BIM permitía un intercambio de información considerablemente más

preciso, puntual y apropiado, concluyendo que es posible cuantificar algunos de los beneficios de BIM para la gestión de la información (Demian & Walters, 2014).

En 2016, se presentó el primer intento italiano para implementar BIM en la administración pública. Los beneficios de BIM se obtuvieron desde los primeros pasos de la experimentación. Los dibujos 2D coordinados se extrajeron del modelo y un mejor control de las cantidades permitió una estimación de costos más precisa. Además, la verificación de modelos permitió que la administración pública validara eficazmente el diseño y evitara los problemas tradicionalmente detectados sólo en el sitio de construcción. Además, BIM 4D ayudó significativamente al contratista a optimizar la fase de construcción. (Ciribini, Mastrolembo Ventura, & Paneroni, 2016).

Existen también enfoques asociados al grado de desarrollo de los países o regiones, señalando que BIM puede ayudar a un proceso de construcción más sostenible que a su vez puede contribuir a erradicar la pobreza en los países en desarrollo (Metas del Milenio de las Naciones Unidas). Mientras que BIM es cada vez más adoptado en los países desarrollados, en los países en desarrollo son escasos (Buiab, Merschbrockb, & Munkvolda, 2016). Esta apreciación se acerca a la realidad descrita en el territorio nacional, según (Botero, Isaza Pulido, & Vázquez Hernández, 2015).

Más específicamente el uso de BIM en organizaciones públicas de cierta similitud a la estudiada, se remontó a 2006, cuando el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos – USACE, trazó un plan estratégico desde el Centro de Investigación y Desarrollo del Ingeniero (ERDC). En 2011 emitió un informe en donde complementó la estrategia y plan de implementación de BIM como una hoja de ruta para apoyar la transformación de las MILCON y proyectos de obras civiles dentro de los Estados Unidos (U.S. Army Corps of Engineers, 2011). En 2012, una actualización de la hoja de ruta estratégica se centró en una integración más completa de las tecnologías BIM en los procesos de planificación, diseño, construcción y operaciones y mantenimiento de USACE (U.S. Army Corps of Engineers, 2012).

Con una investigación de lecciones aprendidas de los propietarios y las experiencias de los diseñadores relacionadas con la iniciativa BIM bajo la construcción militar – MILCON, se exploraron dos proyectos piloto específicos para evaluar la implementación del BIM de la Fuerza Aérea, así como discute las iniciativas adicionales que se utilizarán en el futuro trabajo del BIM para la Fuerza Aérea (Suermann & Issa, 2010).

Para el caso colombiano, en un estudio realizado en el año 2015, se determinó que el 94% de los encuestados manifestó que tarde o temprano los modelos de BIM serán una práctica generalizada en los proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) y facility management (FM), aunque solamente el 18% lo utiliza siempre o frecuentemente. Los encuestados también manifestaron que las prácticas de BIM permitieron la toma de decisiones importantes que incidieron significativamente en el resultado final de los proyectos, aunque las características más avanzadas del BIM como los modelos 4D, 5D, 6D y 7D no son valoradas o son desconocidas por la mayoría de los usuarios. Son varias las razones que argumentan para el bajo nivel de utilización y adopción del BIM como una práctica generalizada. Entre las barreras se destacan los costos asociados a los cambios de tecnología, el tiempo invertido en el aprendizaje, la falta de claridad sobre las ventajas de su utilización y los cambios que se deben realizar al interior de las organizaciones para adoptar este nuevo ambiente de trabajo colaborativo que significa el BIM (Botero et al., 2015).

En lo que respecta a la gestión de proyectos de carácter público, (Flórez Domínguez & García Murillo, 2018), indicaron que en Colombia, fue posible identificar que las metodologías aplicadas en la actualidad durante las fases de planeación, diseño, seguimiento y construcción de los proyectos; son metodologías convencionales de administración y construcción de proyectos, que no facilitan la coordinación e interacción entre todos los involucrados, de una manera equilibrada, planteando la necesidad de un estándar para la correcta implementación BIM, para lograr una sinergia entre el

estándar, las guías para presentación de proyectos de entidades públicas y la definición de roles y responsabilidades del interventor y el consultor o constructor.

En 2018 se conoció que en Colombia, la implementación de BIM se encuentra en sus primeras etapas de madurez, ya que su uso es solo de empresas privadas, como una iniciativa independiente. Además, en la gran mayoría de los casos, el uso de BIM se presenta en proyectos de construcción, mientras que, en el campo de los proyectos de infraestructura, BIM es prácticamente desconocido (Alsina Saltarén, Gutierrez Buchelí, Ponz Tienda, & Sierra Aparicio, 2018). Esto plantea un gran reto, ya que en su mayoría, los proyectos de infraestructura son responsabilidad del sector público.

Vinculado a la aplicación de BIM para proyectos en el sector público, (aunque existen iniciativas de orden privado), se han adoptado lo que para efectos del presente trabajo se denominó estándares, que no son más que aquellas estrategias, políticas y normatividad para la implementación de la metodología. Evaluando este marco, en el manual BIM, se rescata lo indicado en el sentido que un modelo BIM es un “objeto de límite” que facilita las discusiones y la colaboración entre los participantes del proyecto (Sacks et al., 2018).

Las mejores prácticas, guías, planes de ejecución y proyectos tienen una relación de retroalimentación positiva a través de la ejecución, evaluación y evolución del uso de BIM en los proyectos. Los planes de ejecución BIM se desarrollan sobre la base de guías BIM. Los proyectos se ejecutan de acuerdo con sus planes de ejecución BIM. A través de estudios de casos, se derivan y documentan las mejores prácticas. Las mejores prácticas a su vez informan a los autores de las guías BIM. A medida que se obtenga más conocimiento sobre el uso de BIM, es probable que los beneficios aumenten (Sacks et al., 2018).

El caso más relevante que ha servido de importante referencia es el correspondiente al Reino Unido, que en el año 2000 con la iniciativa AEC (Reino Unido) buscó mejorar el proceso de diseño producción, gestión e intercambio de información. De esta iniciativa, en el 2009 se emitió el primer

protocolo BIM de AEC, el cual en su versión 2.1, establece que el plan de implementación – BIM Implementation Planning (BIP) -, el cual tiene por objetivo fomentar una mejor colaboración con un enfoque práctico, inclusivo, entendible y fácil de adoptar con un lenguaje común para los títulos de trabajo, descripciones y responsabilidades (AEC (UK) Initiative, 2015). En 2011 se publicó la estrategia de construcción, para reducir el costo de los activos del sector público hasta en un 20% para 2016. El gobierno exige que los participantes en licitaciones públicas trabajen según los estándares de BIM Nivel 2, en donde se cuentan con especificaciones técnicas y guías metodológicas. Se pretende motivar la utilización de los procesos y las prácticas de gestión de la información de BIM Nivel 2, los cuales también pueden ser realizados por clientes del sector privado y proyectos dentro de la industria de la construcción (Departament for business, 2016).

El progreso de aplicación para el sector público continúa, y puntualmente el 2016 es un hito de referencia importante, ya que el Reino Unido emitió la política que obliga a aplicar BIM para las firmas de ingeniería, la que se enfrentan a desafíos relacionados con la incorporación de nuevas tecnologías y prácticas de trabajo asociadas para la entrega digital de grandes proyectos de infraestructura (Shibeika & Harty, 2015).

De igual manera, la Unión Europea ha liderado iniciativas con el fin de impulsar la metodología en dicho continente. “La Comisión Europea concedió la financiación del Grupo de Tarea BIM de la Unión Europea durante dos años (2016-2017) para la creación de una red común destinada a alinear el uso de la modelización de la información del edificio en obras públicas” (EUBIM Task Group, 2016). Desde este grupo ya se generó un documento denominado “Manual para la introducción de modelos de información de edificios para el sector público europeo” con el cual se evalúa el estado y las propuestas de implementación y concluye en la necesidad de generación de políticas públicas para apropiar la metodología BIM a los proyectos de infraestructura del sector público (EUBIM Task Group, 2016).

En el territorio de Estados Unidos, desde 1992 se estableció el Consejo de Información de Instalaciones (FIC), el cual sirvió para mejorar el rendimiento del ciclo de vida completo mediante el fomento de normas comunes y abiertas y un modelo de información sobre el ciclo de vida arquitectura, ingeniería, construcción, operaciones y propietarios (National Institute of Building Sciences, 2015). El FIC desarrollo las Norma Nacional BIM (NBIMS) en 2005 para mejorar la interoperabilidad BIM. A comienzos de 2008, el FIC emitió la iniciativa NBIMS Versión 1 – Parte 1. En la actualidad se encuentra vigente la Norma Nacional BIM de los Estados Unidos en su Versión 3, la cual es desarrollada por el Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción, con la colaboración de la alianza buildingSMART.

En Australia se tienen definidos desde las Especificaciones Nacionales de Edificios (NATSPEC), algunos lineamientos para la implementación de proyectos BIM. Existen dos guías, la NATSPEC, que es utilizado por los profesionales en general y la AUS-SPEC que es el sistema de especificaciones del gobierno local para la gestión del ciclo de vida de los activos (NATSPEC Construction Information Systems Limited, 2017).

Con un carácter más local, en territorio chileno surgió la iniciativa BIM fórum Chile, siendo una instancia técnica y permanente, que convoca a los principales profesionales e instituciones relacionadas BIM, buscando canalizar las inquietudes técnicas, el conocimiento y la información relacionados con BIM, constituyéndose también en una instancia de desarrollo, difusión y buenas prácticas para el avance tecnológico en el sector construcción. Sesiona bajo la coordinación de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (BIM forum Chile, 2017).

Si bien en Colombia no existen estándares plenamente instituidos, la Cámara Colombiana de la Construcción – CAMACOL, lidera la iniciativa BIM fórum Colombia, que es la plataforma institucional para la articulación de actores entorno a la digitalización del sector de la construcción, para el

incremento de la productividad en las empresas y de la competitividad de la actividad edificadora en Colombia (Forero Ramírez, 2018).

En la metodología efectuada se describirá el estado de consulta de los estándares de referencia para efectos del presente estudio.

Entre los beneficios reportados, existen algunos aspectos puntuales documentados que permitieron inferir, que invertir en dos o más sistemas de software BIM utilizados en la misma fase no son generalmente útiles, sino que es mejor invertir en diferentes sistemas de software BIM de diferentes fases de construcción (Abanda et al., 2015), lo cual muestra que BIM trae consigo grandes virtudes para todo el ciclo de vida del proyecto. Asociado a este último aspecto, para el caso del sector público, en donde no se cuenta con amplias opciones de financiación, es posible optar por esquemas como las asociaciones público privadas (APP), cuya medición del rendimiento es un requisito previo para garantizar que las APP se entreguen de acuerdo con los objetivos predeterminados del proyecto. Una APP con una vida útil de 20 años o más, los problemas relacionados con los costos de mantenimiento y operación sobrevienen. Las herramientas y técnicas para asegurar este han sido limitadas, pero con BIM la información requerida para manejar, mantener y operar un activo ahora se puede usar para modelar y simular varios escenarios al principio y cuando un proyecto se mueve a través de sus etapas de desarrollo (Love, Liu, Matthews, Sing, & Smith, 2015).

En lo que se refiere a aspectos de sostenibilidad de edificaciones, la Pontificia Universidad Javeriana, determinó el desempeño, en términos de sostenibilidad, de un proyecto de construcción de una edificación en Colombia, utilizando una plataforma BIM para determinar a partir de simulaciones el consumo energía eléctrica, huella de carbono por materiales y la energía incorporada total del proyecto. Los hallazgos del estudio se resumen en que con dos escenarios propuestos con inversiones adicionales del 0,8% y el 2,6% del presupuesto de diseños se logrando ahorros en el consumo de energía eléctrica del 14,2% y 19,97%, respectivamente (Jiménez Roberto et al., 2017).

Referente a la implementación BIM, desde el año 2009 se cuentan con información que da cuenta de la necesidad de seguir pasos secuenciales, para garantizar éxito en la implementación. En el documento BIM y gestión de la construcción: herramientas, métodos y flujos de trabajo probados, (Hardin, 2009), se describen diez pasos para la implementación exitosa así:

- Elección de un director BIM
- Evaluación de costo y tiempo
- Elaboración de un plan de integración
- Se debe empezar con proyectos pequeños
- Velar por el entrenamiento permanente del director
- Iniciar un departamento BIM
- Mantener el plan
- Crear recursos
- Analizar los resultados
- Efectuar las propuesta y tendencias

Si bien la vocación principal de BIM se asocia a la tecnología, los procesos son fundamentales para la implementación. Las principales brechas son la integración de la información, la alineación de los procesos BIM con los empresariales del constructor, la gobernabilidad y el valor efectivo de la información (Bradley, Li, Lark, & Dunn, 2016).

En el sentido de ejecución BIM, se ha encontrado información puntual sobre las metodologías para la implementación en los proyectos, en donde se introduce una línea de desarrollo para el presente trabajo como lo es el BIM Execution Plan (BEP) (Hadzaman, Takim, & Mohammad, 2016)

3 METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación se desarrolló como un estudio de caso, en donde se buscó evaluar la viabilidad de implementar la metodología BIM en una organización al interior del estado de colombiano, para sus proyectos nuevos de infraestructura. El enfoque principal de la investigación se centró en realizar las actividades de planeación para la presentación de una propuesta a la organización, cuyo despliegue es nacional en el territorio colombiano.

3.2 Población y muestra

Con los antecedentes revisados, se consideró viable la adopción de BIM en las instalaciones destinadas al desempeño de las labores propias de la organización. La población objetivo en la etapa inicial de la propuesta, son las instalaciones de baja complejidad (Estaciones, Subestaciones y Comandos de Atención Inmediata - CAI), las cuales son edificaciones que no superan los 500 m² de área construida cubierta, costos de construcción cercanos a los \$4.000 (COP) millones, dependiendo su nivel de seguridad, el cual determina espesores de muros, características estructurales y protecciones especiales de cubierta. El propósito es afianzar la metodología de tal manera que se pueda aplicar a proyectos de mayor complejidad, magnitud y costo.

3.3 Etapas de la investigación

A continuación se presenta un esquema general que determinó el desarrollo de las diferentes etapas de la metodología:

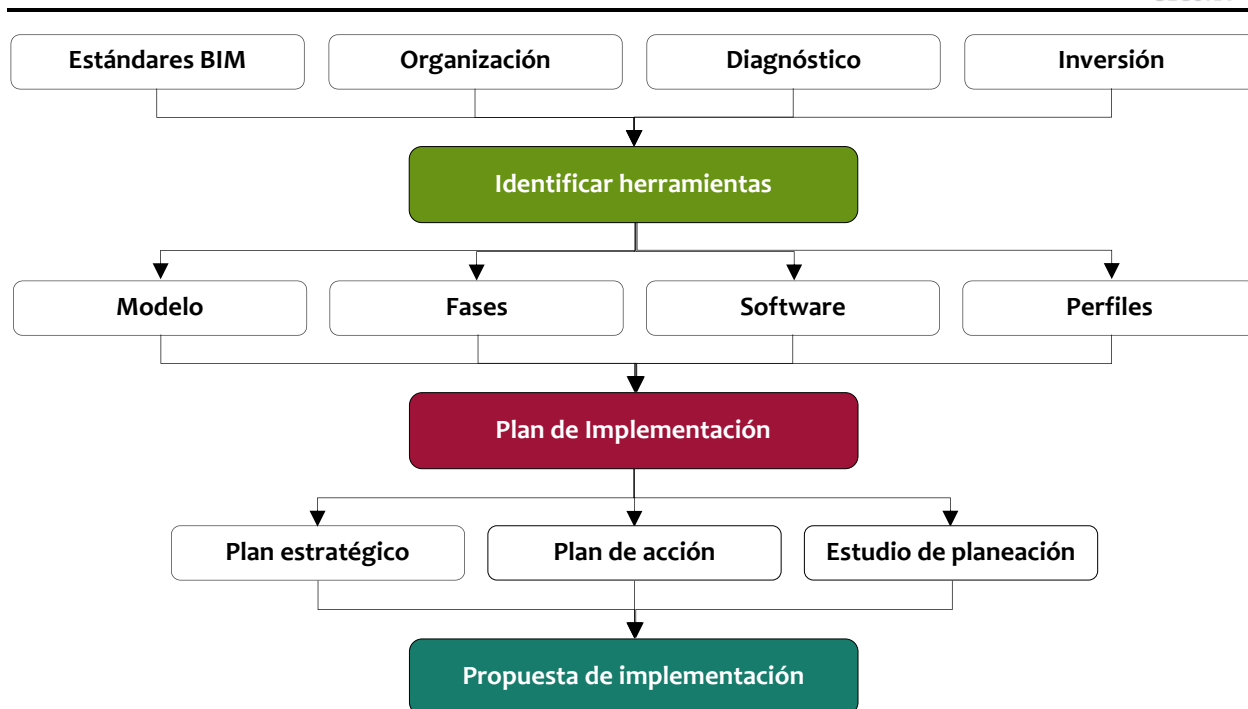


Figura 11. Esquema general de desarrollo de la metodología

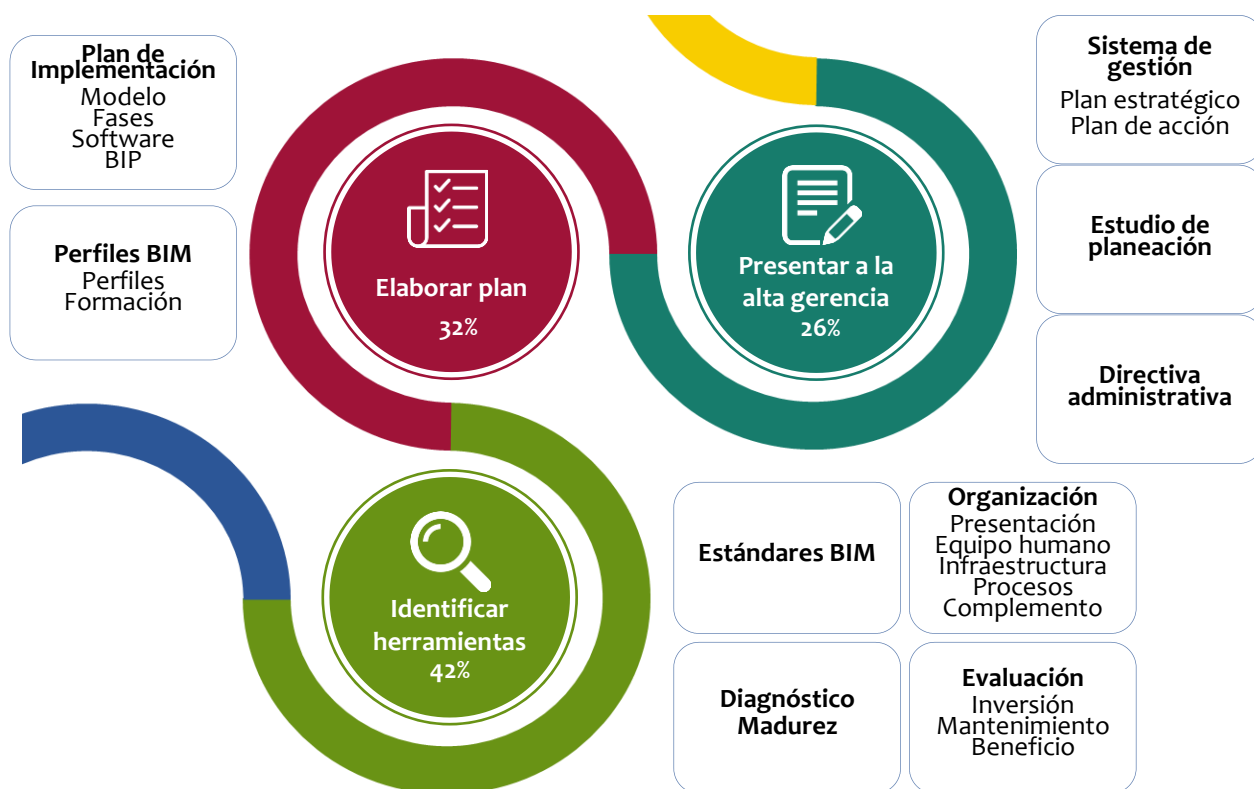


Figura 12. Etapas previstas de la investigación

Para efectos de la presente investigación, se estructuraron cuentas de control, de las cuales se desprenden diferentes paquetes de trabajo para conformar la estructura de desglose de trabajo – EDT, (Project Management Institute, 2018). A continuación, se muestra dicha estructura:

3.3.1 Cuenta de control 1: Identificar herramientas de implementación BIM

3.3.1.1 Revisión de estándares BIM

Con el fin de tener referencia sobre los avances en cuanto a la implementación de la metodología BIM en las organizaciones, se realizó una revisión de los estándares y demás documentos que permitieron estructurar una línea base para adelantar la presente investigación. De igual manera se pretendió compilar todas las buenas prácticas que diferentes organizaciones nacionales e internacionales han adoptado para una exitosa implementación de BIM. Se efectuó consulta a organizaciones encargadas de seguridad y convivencia ciudadana o seguridad y defensa nacional, con respecto al desarrollo de proyectos de construcción de edificaciones y las condiciones de implementación BIM en su interior.

Dentro de lo que se ha denominado como estándar BIM para efectos del presente trabajo, existen los mandatos, que de acuerdo con lo afirmado por (Sacks et al., 2018), tanto las organizaciones del sector público como el privado imponen BIM en sus proyectos, pero los mandatos del sector privado tienen menos impacto en la industria que los mandatos del sector público.

Tabla 1. Principales mandatos BIM
(Sacks et al., 2018)

País	Estado / Organización	Año meta	Requerimientos
Noruega	Statsbygg	2007-2010	“One-Five-Fifteen-All”. Un proyecto en 2007, cinco proyectos en 2008, quince proyectos en 2009 y todos los proyectos públicos de 2010 tuvieron que utilizar la IFC.

País	Estado / Organización	Año meta	Requerimientos
Dinamarca	Bips / MOLIO	2007-2013	A partir de enero de 2007, todos los proyectos públicos de más de 3 millones de euros debían utilizar IFC como requisito para BIM. En 2013, el gobierno danés amplió el alcance del mandato BIM a proyectos de construcción pública de más de 0,7 millones de euros o proyectos de más de 2,7 millones de euros con préstamos o subvenciones de las autoridades gubernamentales para utilizar ICT / BIM.
Finlandia	Propiedades del senado	2007	Todos los proyectos públicos están obligados a utilizar IFC / BIM. Desde 2012, después de la publicación de los requisitos comunes de BIM (COBIM), propiedades del senado y las principales empresas de construcción han ordenado a BIM en sus proyectos utilizar COBIM como guía. Finlandia comenzó un programa llamado KIRAdigi, que incluye un plan para hacer de BIM una parte del proceso de permiso de construcción.
EE.UU.	GSA	2008	La GSA ha ordenado a BIM en todos sus proyectos principales (aproximadamente más de USD 35 millones) que involucran asignaciones del gobierno de los EE.UU. Basadas en la serie de guías de GSA.
	Wisconsin	2010	El estado de Wisconsin anunció que todos los proyectos públicos con un presupuesto de USD 5 millones o más y todas las construcciones nuevas con un presupuesto de USD 2.5 millones o más deben usar BIM a partir de 2010.
Corea del Sur	Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte (MoLIT) / Servicio de Contrataciones Públicas (PPS)	2010-2016	Al menos dos proyectos en 2010, al menos tres proyectos en 2011, todos los proyectos de “servicio total” sobre KRW 50B en 2012, y todos los proyectos de “servicio total” de 2016 tuvieron que usar BIM. Un proyecto de “servicio total” es un proyecto cuyo proceso completo de adquisición y construcción es planeado y administrado por PPS.

País	Estado / Organización	Año meta	Requerimientos
Singapur	Autoridad de Edificación y Construcción (BCA)	2013-2015	<p>Para el 2013, todos los proyectos de construcción nuevos de más de 20,000 m² debían usar la “Presentación electrónica de BIM de Arquitectura”.</p> <p>Para el año 2014, todos los proyectos de construcción nuevos de más de 20,000 m² debían utilizar el “Envío electrónico de ingeniería BIM”.</p> <p>Para 2015, todos los proyectos de construcción nuevos de más de 5.000 m² debían utilizar la “Presentación electrónica BIM de Arquitectura e Ingeniería”.</p>
Reino Unido	Grupo de trabajo BIM del Reino Unido / Oficina del Gabinete	2016	En 2011, el gobierno del Reino Unido anunció que ordenaría BIM en todos los proyectos públicos en el Nivel 2 de BIM del Reino Unido para 2016.
China	Autoridad de Vivienda de Hong Kong	2014	En 2014, la Autoridad de Vivienda de Hong Kong ordenó a BIM en todos sus proyectos.
	Gobierno de Hong Kong	2017-2018	En enero de 2017, la Dirección de Política de Hong Kong especificó que los departamentos gubernamentales de Hong Kong deben solicitar activamente a los consultores y contratistas que utilicen BIM. A partir de enero de 2018, el gobierno de Hong Kong ordenó a BIM que el gobierno proteja a más de 30 millones de HKD.
	Provincia de Hunan	2018-2020	La provincia de Hunan planeaba imponer BIM a todos los proyectos de diseño y construcción públicos que excedan RMB 60M o 20,000 m ² , para finales de 2018 y en el 90% de todos los edificios nuevos en la provincia de Hunan en 2020.
China	Ciudad de Fujian	2017	La ciudad de Fujian ordenó de manera selectiva BIM en algunas protecciones que excedían RMB 100M para el 2017.
	Gobierno nacional	2020	Sobre la base del Duodécimo Plan Quinquenal del gobierno, se requirió que las viviendas de clase A y el 90% de los nuevos proyectos de construcción usaran BIM a finales de 2020.
Dubai	Municipalidad de Dubai	2014	En 2014, la Municipalidad de Dubai ordenó el uso de herramientas BIM para edificios de 40 pisos o más, para instalaciones y edificios que cubren más de 300,000 pies cuadrados, para hospitales, universidades y otros edificios especiales, y los entregados con participación internacional.

País	Estado / Organización	Año meta	Requerimientos
Italia		2016	El 27 de enero de 2016, el gobierno italiano anunció que la protección pública de más de EUR 5,225,000 debe cumplir con el BIM de Nivel 2 del BIM del Reino Unido a partir del 18 de octubre de 2016.
Francia	El centro científico y técnico del edificio. (CSTB)	2017	En 2014, Francia anunció que desarrollaría 500,000 casas utilizando BIM para 2017.
España	Ministerio de desarrollo	2018-2019	En 2015, el Ministerio de Desarrollo de España anunció que planeaba mandar BIM en el sector público a partir de marzo de 2018, la construcción pública se proyecta a partir de diciembre de 2018 y los proyectos de infraestructura a partir de julio de 2019.
	Gobierno municipal de Cataluña	2020	En febrero de 2015, el gobierno municipal de Cataluña formó un grupo llamado “Construim el Futur” (“Construimos el futuro”) para establecer un plan para exigir BIM para 2020.
Alemania	Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital	2020	El gobierno de Alemania planeaba imponer BIM en todos los proyectos de infraestructura para 2020 y potencialmente también en proyectos de construcción de edificios.
Israel	Ministerio de Defensa	2016	Todos los proyectos deben entregarse con BIM antes de 2019.

Como se aprecia, existe un soporte importante con relación a los mandatos en diferentes partes del mundo, por cuanto se han evidenciado los reales beneficios que se han descritos a lo largo del presente documento y que por tanto, para efectos de aplicación en un entorno nacional, puede ser factible, considerando las limitaciones y el contexto, tal como lo proponen (Flórez Domínguez & García Murillo, 2018), en su trabajo de propuesta de un estándar BIM para los proyectos públicos en Colombia.

Por otra parte, buena parte de los documentos consultados no se enmarcan en la anterior clasificación. Existen también las guías BIM, que corresponden a recopilaciones de las mejores prácticas para implementar BIM en un proyecto (Sacks et al., 2018).

Las guías BIM se clasifican comúnmente en niveles internacionales, nacionales, de proyectos y de instalaciones por ámbito de aplicación y en organización pública, organización privada y universidad por tipo de editor (Sacks et al., 2018).

Entre las muchas guías BIM, la serie COBIM, la serie GSA BIM Guide y la NBIMS-US son las más completas y, en consecuencia, influyeron en muchas otras (Sacks et al., 2018).

Según (Sacks et al., 2018), los siguientes son los principales temas que estructuran las guías:

- **BIM Lox:** inicialmente, se los denominó problemas de nivel de detalle (LOD). Sin embargo, el término nivel de detalle pronto fue reemplazado por el nivel de desarrollo (LOD) para enfatizar que el nivel de detalle podría no aumentar incluso si un proyecto avanzara a una fase de diseño posterior. Son guías de modelado generales, no destinadas a definiciones explícitas o rigurosas de los requisitos de información (Sacks et al., 2018).
- **Requisitos de información BIM:** un conjunto de elementos de información explícitos requeridos para un proceso específico se llama Requisitos de información (IR) o Definición de vista del modelo (MVD) (Sacks et al., 2018).
- **Planificación de Ejecución BIM:** surgieron por la exigencia de los propietarios para la preparación de un plan de ejecución BIM como parte de los paquetes para la contratación (Sacks et al., 2018).

Para el presente trabajo se han consultado diversas guías, pero la que más relevante fue la elaborada por la Universidad del Estado de Pensilvania (Penn State), denominada guía de planificación de ejecución del proyecto BIM (BEP) en 2010 (The Computer Integrated Construction Research The Pennsylvania State University, 2010).

También han aparecido guías de BEP para usos específicos distintos de la construcción en sí. En 2012, Penn State publicó una Guía BEP para propietarios de instalaciones, y en 2014 la Universidad

de Florida propuso un método de planificación de ejecución BIM para proyectos de construcción ecológica (Sacks et al., 2018).

Al igual que las anteriores clasificaciones de estándares, se pudieron consultar algunas hojas de ruta, de la cual se indica que la primera desarrollada por una organización pública fue la del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. (USACE) (Sacks et al., 2018).

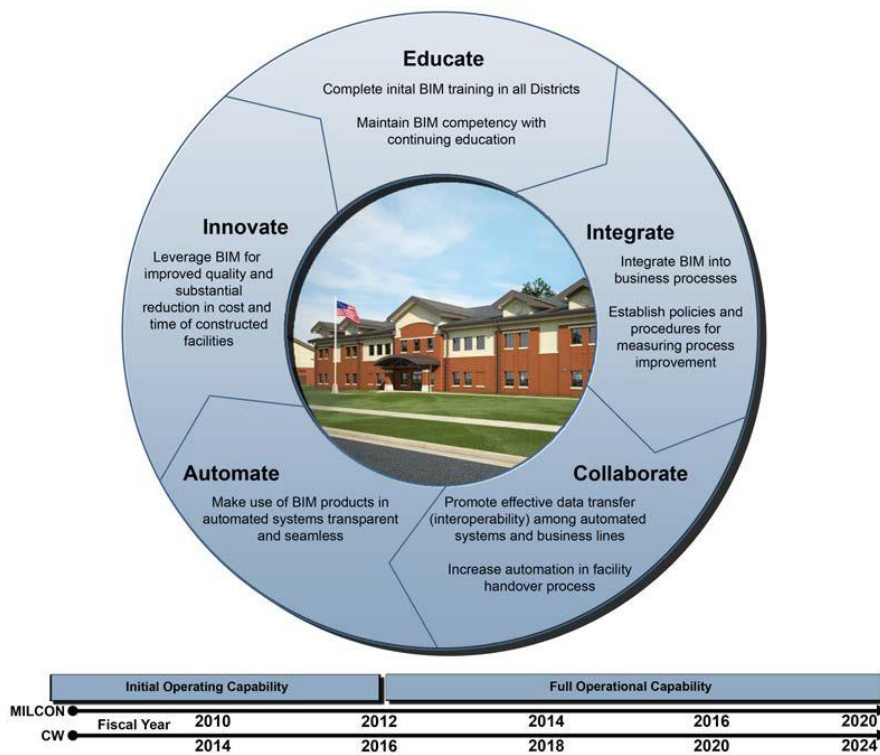


Figura 13. Hoja de ruta BIM de USACE (U.S. Army Corps of Engineers, 2012)

3.3.1.2 Análisis de la organización

Con el propósito de evaluar las mejores opciones para adopción de BIM a la organización, se realizó la evaluación de sus características principales y su capacidad de adaptación.

3.3.1.2.1 Presentación y antecedentes

Fue necesario conocer la organización desde el punto de vista de su formulación estratégica. De igual manera, se realizó la revisión orientada a la estructura orgánica, funciones de las dependencias y su caracterización. Se revisó la doctrina constitucional e institucional (Policía Nacional de Colombia, 2016b), que define los objetivos de la organización y sus misiones fundamentales. Se contextualizaron algunos aspectos de funcionamiento con relación a la historia de la institución. Se revisaron antecedentes históricos y normativos de la Policía Nacional.

3.3.1.2.2 Composición del equipo humano

Particularmente en lo que se refiere a la gestión de infraestructura de la organización, se llevó a cabo la revisión de la composición del equipo de trabajo y el gobierno al interior, lo que permitió realizar los diagnósticos y propuestas de reorganización y adaptabilidad correspondientes.

3.3.1.2.3 Infraestructura de la organización

Este componente se estudió desde dos frentes diferentes: primero la revisión del plan de inversiones para infraestructura de la Policía Nacional, con lo cual se determinó el potencial de nuevos proyectos que pueden ser impactados con una posible implementación y la infraestructura con que cuentan las dependencias encargadas actualmente de la gestión de los proyectos, a fin de plantear las sugerencias y acciones de mejora ante una eventual implementación.

3.3.1.2.4 Procesos actuales y estado de implementación

Fueron evaluados algunos los procesos de la organización para encontrar la alineación adecuada para la adopción de BIM.

3.3.1.2.5 Información complementaria

Se encontraron algunas condiciones no previstas que complementaron la investigación en diferentes sentidos, como las nuevas políticas de estado que se generaron por el cambio de gobierno central, que hicieron necesario revisar los posibles impactos en el plan. Por otra parte, derivado del carácter especial de la organización, además que la referencia con otras organizaciones similares es escasa, surgió más información en el transcurso del desarrollo del presente trabajo.

3.3.1.3 Diagnóstico

Con la información recopilada, fue posible efectuar el diagnóstico necesario de diversos aspectos de la organización y de la posible implementación.

3.3.1.3.1 Evaluación del nivel de capacidad / madurez

Se realizó el diagnóstico del funcionamiento actual para la gestión de proyectos de infraestructura, con sus aciertos y debilidades. Se establecieron conclusiones y acciones de mejora para considerar en el plan de implementación. Conociendo el estado de la organización, se pudo realizar un análisis de la madurez, para determinar el punto de partida y el curso de acción ante una posible implementación.

Se define un modelo de madurez BIM como un marco para cuantificar y administrar el nivel de competencia BIM en una organización o en un equipo de proyecto. Los modelos de madurez BIM generalmente tienen dos ejes: las áreas de interés (criterios de evaluación) y los niveles de madurez con valores de puntaje. (Sacks et al., 2018).

Tabla 2. Modelos de madurez BIM por modelo de evaluación
(Sacks et al., 2018)

Objetivo de evaluación	Modelo	Año	Organización
Individual	Nivel de experiencia	2007	Construcción McGraw Hill
	Índice de competencia individual (ICI)	2013	ChangeAgents AEC, Pty. Ltd
	Varios modelos de certificación BIM.	Dakota del Norte	Varias organizaciones
Equipo de proyecto	BIM Excellence (BIMe)	2011	ChangeAgents AEC, Pty. Ltd.
	Modelo de evaluación de nivel de éxito BIM (SLAM)	2014	Universidad de yonsei
Equipo proyecto, Organización, o Sector industrial	Modelo de madurez de capacidad NBIMS (CMM)	2007	NIBS
	Matriz de Competencia BIM de IU (BPM)	2009	Universidad de Indiana
	VDC Scorecard / bimSCORE	2009/2013	Stanford CIFE / Strategic Building Innovation, Inc.
	Matriz de madurez BIM (Bim ₃)	2010	ChangeAgents AEC, Pty. Ltd
	BIM QuickScan	2012	TNO
	El perfil de evaluación BIM organizacional (Medida de madurez BIM, BIMmm)	2012	Penn State CIC
	BIMCAT	2013	Universidad de Florida
Ocupación a nivel macro (región / industria)	Difusión de Innovaciones (DOI)	1962	Universidad de nuevo México
	Modelo Hype Cycle	1995	Gartner Inc.
	Modelo BIM delgado	2012	Universidad de yonsei
	Índice de compromiso BIM	2013	Construcción McGraw Hill
	Modelo de adopción macro-BIM.	2014	ChangeAgents AEC

Con el fin de calificar el estado de la organización, se optó por la metodología prevista en la matriz de madurez BIM V 1.22 (BIM Excellence, 2016). La Matriz de Madurez BIM (Bim₃) fue desarrollada en 2009 en Australia. Se categorizaron cinco áreas de evaluación: tecnología, proceso, política, colaboración y organización. Estas áreas se basaron en el marco de personas, procesos, tecnología y políticas (PPTP), que es el marco básico utilizado en la reingeniería de procesos empresariales. Cada área de la Matriz de Madurez BIM se clasificó en cinco niveles, a saber, niveles iniciales (ad-hoc), definidos, gestionados, integrados y optimizados (Sacks et al., 2018).

3.3.1.4 Evaluación de la inversión

En el desarrollo del presente trabajo fue importante conocer el aspecto relacionado con el posible impacto presupuestal para la organización, para que la propuesta tuviera elementos objetivos y medibles para su evaluación como proyecto por parte de la organización.

3.3.1.4.1 Cálculo de la inversión por etapas

Se estructuraron las etapas propuestas para la implementación en esta organización. Se tomaron como referencias métodos aplicados por otras organizaciones (Neelamkavil & Ahamed, 2012). En este análisis se contempla la estimación económica de readaptación de procesos, adquisición de software y hardware, formación del personal, entre otras inversiones.

3.3.1.4.2 Cálculo de costos de mantenimiento

Se realizó el estudio de los costos asociados al mantenimiento. Aquí se incluyeron aspectos tales como la estimación económica para el mantenimiento de infraestructura planeada de recursos humanos, materiales y tecnologías de la información – TI -.

3.3.1.4.3 Cálculo de beneficio previsto

Los costos históricos de proyectos gestionados hasta la fecha con metodologías tradicionales se revisaron. Se incluyeron aspectos como el ahorro previsto en el proyecto, costos de personal, eficacia de la organización y posible descenso de ingresos durante la implantación. Para efectos de la estimación del retorno de la inversión se tomó como referencia la metodología planteada por Autodesk® (Reizgevičius, Ustinovičius, Cibulskienė, Kutut, & Nazarko, 2018).

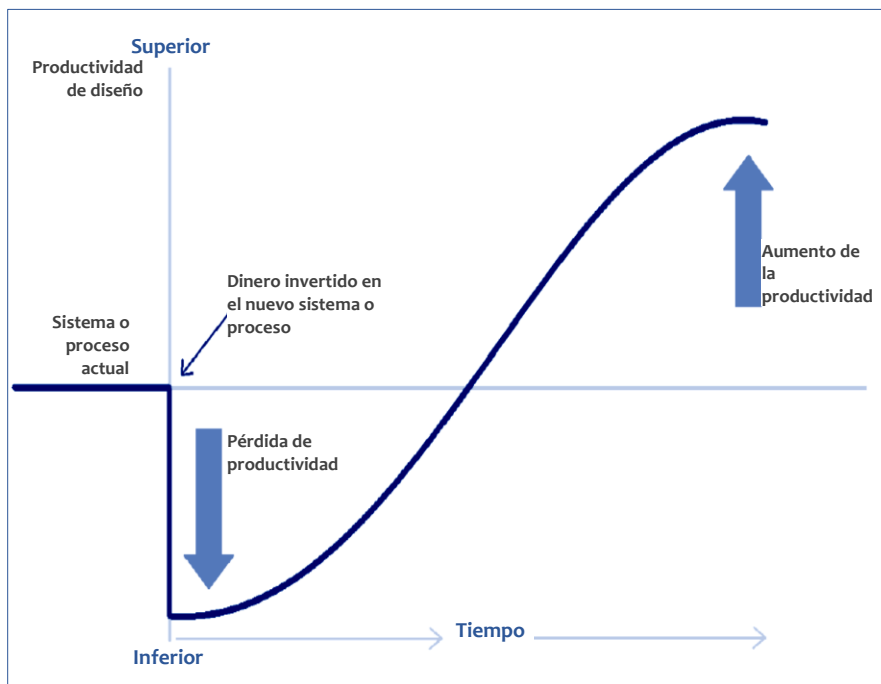


Figura 14. Modelo para la evaluación del ROI en el primer año de implementación (Reizgevičius et al., 2018).

$$ROI \text{ del primer año} = \frac{\left(B - \left(\frac{B}{1 + E} \right) \right) \times (12 - C)}{A + (B \times C \times D)}$$

Figura 15. Formulación para cálculo del modelo (Reizgevičius et al., 2018).

Las variables del modelo son:

A = coste de hardware y software (dólares)

B = coste mensual de mano de obra (dólares)

C = tiempo de formación (meses)

D = pérdida de productividad durante la formación (porcentaje)

E = aumento de productividad después de la formación (porcentaje)

El retorno de la inversión es la comparación de los beneficios previstos contra la inversión efectuada. En el presente trabajo se buscó conocer los beneficios reportados por diversos autores para contrastarlos con las inversiones que se calcularon. La variabilidad e incluso subjetividad en la medición de retorno de la inversión ROI son objeto de estudio y según varios autores consultados, este se determina a través de encuestas.

Según (Sacks et al., 2018), los principales beneficios que pueden ser considerados para evaluación del ROI son la disminución de los errores, reprocesos y costos de construcción. De igual forma el mejor control de costos / previsibilidad y un tiempo de ciclo reducido para los flujos de trabajo y aprobaciones.

En lo que respecta a inversiones, en general para los proyectos con BIM, las principales categorías de inversión planificadas se centran en la infraestructura de TI para hospedar y compartir modelos y procesos de colaboración entre empresas. Las empresas de construcción en los mercados BIM menos avanzados aún se centran en las inversiones básicas en software y hardware. Los usuarios más maduros de BIM están planeando grandes inversiones en tecnología móvil para obtener el valor de BIM para el campo (Sacks et al., 2018). Para el caso de la organización estudiada, se evaluaron varios aspectos de los sugeridos, con especial énfasis en el software y hardware.

Revisando la literatura se determina que existen ciertas barreras en términos de inversiones que deberán ser tenidas en cuenta para el proceso de evaluación. Tal es el caso de la inversión en software y hardware, que generalmente se supera por los costos de capacitación y las pérdidas iniciales de productividad (Sacks et al., 2018). De igual manera, en aspectos contractuales y legales las instituciones públicas enfrentan desafíos aún mayores, ya que a menudo se rigen por leyes que requieren un tiempo considerable para cambiar (Sacks et al., 2018). Esta última situación es de gran importancia, toda vez que la organización estudiada deberá modificar acuerdos contractuales y procedimientos para regular los usos BIM.

3.3.2 Cuenta de control 2: Elaborar el plan para la implementación

La mayoría de los países lanzan planes de trabajo BIM en concierto con sus mandatos BIM. Las guías BIM también se han desarrollado y actualizado a medida que la industria alcanzó cada hito en la hoja de ruta (Sacks et al., 2018). Infortunadamente en la actualidad en Colombia no contamos con estos antecedentes que nos permitan trazar un plan con características exclusivamente locales, razón por la cual, se plantea la necesidad de estructurar un plan de implementación BIM, el cual cuenta con diversos elementos de carácter externo, pero que a su vez es en esencia dinámico, para que se adapte no solo a las necesidades de la organización sino también a los cambios del entorno.

Los principales retos estudiados para la implementación obedecen a que reemplazar un entorno CAD 2D o 3D con un sistema BIM implica mucho más que adquirir software, capacitación y actualización de hardware. El uso efectivo de BIM requiere que se realicen cambios en casi todos los aspectos del negocio de una empresa (no solo haciendo las mismas cosas de una manera nueva). Se requiere cierta comprensión de la tecnología BIM y los procesos relacionados y un plan de implementación antes de que pueda comenzar la conversión (Sacks et al., 2018). En el presente segmento se presentan las generalidades de la metodología empleada para la estructuración del plan.

3.3.2.1 Modelo de Implementación

Según los requerimientos de la organización, el modelo correspondió a transformación del equipo existente en la práctica integrada de la metodología BIM (CADBIM3D, 2019).

3.3.2.2 Fases de la Implementación

Se concibió el modelo desarrollado por fases, lo cual permitirá un mejor control, además de garantizar que en un contexto temporal se ejecute de manera controlada.

3.3.2.3 Propuesta de software y arquitectura TI integrando tecnología BIM

Se desarrolla la propuesta concreta en cuanto a las tecnologías de la información – TI. Se parte del diagnóstico de la infraestructura tecnológica de la organización para estructurar las propuestas que no contravengan las proyecciones futuras.

3.3.2.4 Propuesta de Plan de Implementación BIM (BIP)

De lo estudiado, se concluyó que la opción más acertada para adopción BIM al interior de la organización es a través de la elaboración de un plan que contemple los componentes de retroalimentación y formulaciones de acciones de mejora, toda vez que el modelo formulado no puede ser estático.

3.3.2.5 Construcción de perfiles BIM y plan de formación

Este es un aspecto de bastante relevancia, ya que como se indicó en los aspectos de inversiones, la capacitación impacta de manera importante en todo lo que corresponde a la implementación.

3.3.2.5.1 Perfiles BIM

Con los requerimientos específicos de la organización y alineados con la normatividad interna, fueron definidos los perfiles necesarios para adoptar la metodología.

3.3.2.5.2 Plan de Formación

Para la permanente capacitación del personal en las herramientas BIM, se estructuró el plan correspondiente, con la consulta de servicios educativos ofrecidos por diferentes centros educativos en el ámbito nacional. Los costos asociados a esta necesidad fueron igualmente contemplados.

3.3.3 Cuenta de control 3: Presentación a la alta gerencia

Dado que la organización cuenta con una plataforma estratégica bien establecida, además de unas características particulares, que se derivan de su función misma, se hace necesario realizar la presentación de este trabajo académico, de tal forma que se ajuste a las necesidades de la organización. Dicha presentación se realizó como resultado del estudio de la doctrina institucional y específicamente adoptando los medios previstos por la organización en sus documentos internos. Se presentarán los documentos según los requisitos internos de la organización, para el estudio de la propuesta generada.

3.3.3.1 Evaluación del plan estratégico institucional

Es necesario realizar la evaluación de los procesos y procedimientos que se propongan, de tal forma que se ajusten a los requerimientos de la organización, se hizo la revisión del plan estratégico institucional (Policía Nacional de Colombia, 2016b).

3.3.3.2 Elaboración de los planes de acción de la iniciativa estratégica formulada

Surgieron propuestas para modificar, crear o eliminar los procesos y procedimientos, con el fin de contemplar en la doctrina institucional y dentro del sistema de gestión integral, todas las iniciativas relacionadas con el plan de implementación BIM.

3.3.3.3 Elaboración de la propuesta del estudio de planeación requerido por la organización

El estudio de planeación fue proyectado, en donde se condensaron los aspectos principales de la propuesta del plan y justifica su inclusión como metodología al interior de la organización. La metodología para su elaboración es la planteada por la organización en su manual de gestión de la doctrina y las lecciones aprendidas para la Policía Nacional (Policía Nacional de Colombia, 2011).

3.3.3.4 Elaboración de la propuesta de la directiva administrativa para la difusión y operacionalización de la herramienta

Con el fin de presentar la propuesta para ejecutar la posible implementación, se elaboró un documento que sirve a la organización como base para la divulgar las instrucciones necesarias. De igual manera la referencia correspondió a lo dispuesto en el manual de gestión de la doctrina y las lecciones aprendidas para la Policía Nacional (Policía Nacional de Colombia, 2011).

En resumen, para el desarrollo de toda la metodología antes descrita, fue necesario caracterizar y conocer el funcionamiento de la organización, incluyendo los planes de desarrollo en infraestructura. En este sentido fue fundamental la consulta de información publicada por la organización, además de la interacción en algunos procesos de la entidad.

Para efectos de la definición de las necesidades, se determinaron los costos asociados y el retorno teórico de la inversión, valorando aspectos como:

- **Recurso humano:** con los valores que la organización tenía dispuesto como remuneración de sus funcionarios en el año 2018. Con el objetivo de realizar las proyecciones correspondientes, se tomó como referencia el marco fiscal de mediano plazo 2018 en Colombia (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2018) y las cifras publicadas por el Departamento Administrativo

Nacional de Estadística – DANE, con el cual se proyectaron los valores de índice de precios al consumidor (IPC) para el siguiente año y con lo cual se determinaron los ajustes probables de salarios. De igual manera se revisaron los reajustes históricos de salarios para el sector (CREMIL, 2019), para estimar valores probables.

- **Capacitación:** se realizó evaluación de costos de capacitación según programas ofrecidos por diferentes centros de educación formal en Colombia.
- **Software:** en lo que respecta a este aspecto se consultó directamente a uno de los productores de software de mayor difusión en el momento, con el cual se toman los valores de referencia. Lo anterior se debe a que de igual forma, la organización ha realizado tradicionalmente la adquisición del software con este proveedor y cuenta en la actualidad con varias licencias. Los valores estaban dados en dólares americanos (USD), por lo que se tomaron las proyecciones de tasa representativa del mercado presentadas en el marco fiscal de mediano plazo (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2018) y del Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. Se realizó consulta de contratos relacionados y en particular de los que haya celebrado la organización en Colombia Compra Eficiente, con su plataforma SECOP II (Colombia compra eficiente, n.d.), el cual es un sistema público en el cual las entidades del estado colombiano están obligadas a publicar los diferentes procesos de contratación.
- **Hardware:** en este aspecto también se consultó lo referente a la adquisición de hardware necesario para la implementación, el cual se efectúa en SECOP II.
- **Mantenimiento:** también se realizó consulta en SECOP II, para revisar contratos celebrados con características similares.

En general, a fin de considerar los posibles incrementos en los costos a lo largo del tiempo estimado de implementación, se tomaron los índices de IPC previsto en el marco fiscal de mediano

plazo (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2018) y del Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. De cualquier forma, la anterior información se validó con los datos reales presentados en el primer mes de 2019 y con ello se ajustaron las proyecciones.

La presente investigación tiene limitaciones de aplicación con respecto a las características de la organización estudiada, por cuánto se trata de una institución de carácter público en territorio colombiano.

4 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM

La organización se encuentra en capacidad de apropiarse del uso de la metodología en los procesos de construcción propios del desarrollo de su misión, por lo cual se propone efectuar el uso de herramientas adecuadas que permitan encauzar los esfuerzos y recursos de manera apropiada para la implementación desde diversos puntos de vista. Es en tal sentido que se propone el siguiente plan, con el cual la organización contará con herramientas para tomar decisiones y trazar los cursos de acción correspondientes, considerando el carácter dinámico del plan en atención a condiciones propias de la metodología o disposiciones que desde un nivel superior se determinen.

Para efectos de estructurar el plan de implementación, es importante considerar los elementos necesarios para su formulación. Según (Sacks et al., 2018) los elementos centrales de reingeniería de procesos son la tecnología, procesos, y política.

4.1 Evaluación del diagnóstico

De la evaluación de la organización se evidencia que los objetivos estratégicos de la misma no están relacionados directamente con la construcción de instalaciones para dar solución a necesidades generales de la población beneficiada, pero también es notable que dentro de la prestación del servicio público, la organización debe disponer de diversos recursos como soporte a su misión primaria. Pese a lo anterior, se logra determinar que esta organización realiza una gestión importante de activos para la prestación del servicio primario en lo que a recursos económicos se refiere, pero estos pueden ser insuficientes para dicha gestión, toda vez que tiene un departamento de infraestructura que debe ser fortalecido con personal capacitado.

De igual manera se determina que se cuentan con herramientas informáticas vigentes, pero no existe una adecuada capacitación de los funcionarios que conlleve a su adecuado

aprovechamiento. Con el diagnóstico efectuado en la presente investigación, se evalúa que la organización se encuentra en un nivel precario de implementación, pero ya cuenta con una línea base que puede ser mejorada de manera significativa con la aplicación de buenas prácticas.

Es importante prever que por tratarse de una organización de carácter oficial en el territorio colombiano, las políticas y mandatos que se generan desde alto gobierno pueden impactar y modificar el plan, razón por la cual deberán preverse aquellas condiciones de variabilidad, siempre apuntando a mejorar la madurez BIM de la organización.

La siguiente es la estructura general del plan de implementación propuesto:

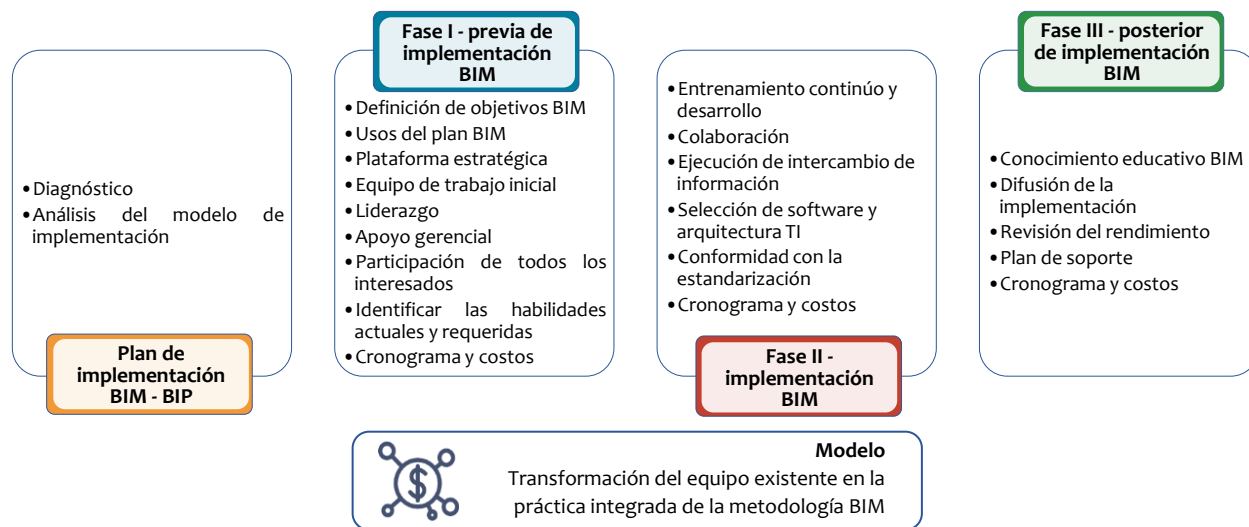


Figura 16. Estructura general del plan de implementación BIM (BIP)

4.2 Modelo de implementación

Por cuanto las capacidades de la organización se encuentran definidas en lo que se refiere a la disposición de recurso humano y considerando que la madurez BIM de la organización apunta a que la línea base se encuentra en un nivel definido, en donde se infiere la aplicación de algunos aspectos de la metodología, se sugiere plantear un modelo correspondiente a la transformación de algunos procesos con la utilización de los recursos humanos con que se dispone y la generación de las

necesidades en cuanto a otros recursos, especialmente los tecnológicos que soportan la metodología. Por disposición del estado, en el momento no sería viable realizar la contratación de personal especializado para la implementación, ya que existen restricciones por el impacto fiscal que puede generarse hacia la organización.

Por otra parte, por las condiciones propias del desarrollo de las funciones de la organización, en donde no es su misión primaria la generación de infraestructura, no se considera indispensable que se transforme todo el equipo de trabajo, sino más bien que se capacite por cuanto se requiere que este personal cuente con habilidades de seguimiento y control más que de diseño, como puede suceder en otras organizaciones que se dedican a la construcción.

Para las dos actividades previas anteriormente presentadas, se plantea el siguiente cronograma general de ejecución, distribuido en tres (3) meses y un costo aproximado de \$550,352,517 (COP).

Id	EDT	Nombre de tarea	Duración	Cronograma de ejecución			
				semana -1 -6	semana 8 25	semana 8 55	semana 16 85
2	1.1	Diagnóstico	60 días	[Barra azul de 60 días]			
3	1.2	Análisis del modelo de implementación	15 días	[Barra azul de 15 días]			

Figura 17. Cronograma de actividades para diagnóstico y análisis del modelo

Para estas actividades, en el costo se incluye el valor estimado de recurso humano, correspondiente a los salarios de los servidores que actualmente laboran en la organización, cargado a gastos de funcionamiento de la organización. Por otra parte se incluyó en esta etapa los costos de adquisición de software inicial, toda vez que la organización adelantó para la vigencia 2018 la contratación de éste, por lo cual es probable que en etapas posteriores la inversión en este sentido no sea de tan alto impacto.

4.3 Fase previa de implementación BIM

En el sector público colombiano se deben generar las condiciones propicias que permitan efectuar la planeación correspondiente de los procesos que van a tener diversos impactos, especialmente económicos. En tal sentido se plantea una fase previa a la implementación, en donde se lleve a cabo la planeación para fases posteriores.

4.3.1 Requisitos BIM

Los primeros mandatos BIM simplemente requerían el envío de datos de diseño en IFC u otros formatos BIM. A medida que se obtuvieron más conocimientos y experiencia sobre BIM, los requisitos se hicieron más complejos y explícitos (Sacks et al., 2018). Dado que aún no se cuentan con mandatos BIM, se iniciará con el requerimiento básico para la utilización de los formatos reconocidos por la organización, partiendo del uso de plataforma CAD, especialmente con el software con que se cuenta de Autodesk ® y posteriormente con la capacitación de incluirán los nuevos formatos para trabajo colaborativo.

Cada proyecto puede ampliar la lista de requisitos y puede agregar requisitos nuevos o detallados según las necesidades de un proyecto (Sacks et al., 2018). En este sentido la organización deberá prever el requerimiento de participación de profesionales idóneos en los procesos de contratación de diseño e interventoría a diseños, y sobre todo que ellos cuenten con capacitación en herramientas BIM, de tal forma que el producto final que se aporte corresponda a las necesidades planteadas. Es por lo que al momento de elaborar los estudios previos para una contratación y para la publicación de los pliegos de condiciones, se deberán establecer las condiciones necesarias de capacitación del personal solicitado y eventualmente de ser viable, convertirlos en factores de ponderación técnica.

4.3.2 Definición de objetivos BIM

Para determinar los objetivos de implementación BIM en la organización, se revisan las políticas internas mismas según lo dispuesto en la Resolución 01387 (Policía Nacional de Colombia, 2014), mediante la cual se define la estructura orgánica interna de la Dirección Administrativa y Financiera de la organización, estableciendo los siguientes generales:

- Definición prioridades de diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones policiales de acuerdo con la normatividad vigente.
- Asesorar y apoyar a las unidades policiales en el desarrollo de los procedimientos de infraestructura y bienes raíces.
- Dirigir y controlar la ejecución de los planes, programas y proyectos de construcción, adquisición y administración de bienes inmuebles de la Policía Nacional.
- Asesorar al mando Institucional en el diagnóstico del Plan de Desarrollo de Infraestructura Física para la Policía Nacional en coordinación con otras unidades al interior de la institución.
- Aportar a la coordinación con las entidades públicas y privadas, todos los aspectos relacionados con las gestiones necesarias para el desarrollo de los proyectos de construcción.
- Verificar, controlar y evaluar el desarrollo de los procesos de diseño, construcción, operación y mantenimiento de los diferentes proyectos de inversión propuestos por el mando Institucional.
- Coordinar, controlar y evaluar el seguimiento de los proyectos de infraestructura con el fin de optimizar los recursos y la agilidad en su ejecución.

De forma más específica, los siguientes serían los objetivos sugeridos que podría buscar la organización, más desde el punto de vista de la ejecución, tomando como referencia aquellos descritos por la Universidad del Estado de Pensilvania:

Tabla 3. Usos y objetivos BIM
(Kreider & Mesner, 2013)

Uso BIM		Propósito	Objetivo de uso de BIM	Sinónimos
1	Reunir		Para recopilar u organizar información de la instalación	Administrar, recoger, gestionar, adquirir
	1	Capturar	Para representar o preservar el estado actual de la instalación y los elementos de la instalación	Recoger
	2	Cuantificar	Expresar o medir la cantidad de elemento de una instalación	Cantidad de despegue
	3	Monitor	Recopilar información sobre el desempeño de los elementos y sistemas de las instalaciones	Observar
	4	Calificar	Para caracterizar o identificar el estado de los elementos de la instalación	Seguir, rastrear, identificar
2	Generar		Para crear o crear información sobre la instalación	Crear, autor, modelo
	1	Prescribir	Determinar la necesidad y seleccionar elementos específicos de la instalación	Programa, especificación
	2	Organizar	Determinar la ubicación general y de los elementos de la instalación	Configurar, diseñar, ubicar, colocar
	3	Tamaño	Determinar la magnitud y escala de los elementos de la instalación	Escala, ingeniero
3	Analizar		Para examinar elementos de la facilidad para obtener una mejor comprensión de ella	Examinar, evaluar
	1	Coordinar	Asegurar la eficiencia y armonía de la relación de los elementos de la instalación	detectar, evitar
	2	Pronóstico	Para predecir el desempeño futuro de la instalación y sus elementos	Simular
	3	Validar	Para verificar o probar la exactitud de la información de la instalación, si es lógico y razonable	Comprobar, confirmar
4	Comunicar		Presentar información sobre una instalación en un método en el que se pueda compartir o intercambiar	Intercambiar
	1	Visualizar	Para formar una representación realista de una instalación o elementos de instalación	Revisión
	2	Transformar	Modificar información y traducirla para ser recibida por otro proceso	Traducir
	3	Dibujar	Hacer una representación simbólica de la instalación y los elementos de la instalación	Borrador, anotar, detalle
	4	Documento	Para crear un registro de la información de la instalación, incluida la información necesaria para especificar con precisión los elementos de la instalación	Especificar, enviar, programar, informar.
5	Darse cuenta de		Para hacer o controlar un elemento físico utilizando información de la instalación	implementar, ejecutar, ejecutar,

Uso BIM Propósito		Objetivo de uso de BIM	Sinónimos
1	Fabricar	Utilizar la información de la instalación para contratar la fabricación de los elementos de una instalación	Fabricar
2	Montar	Utilizar la información de la instalación para reunir los elementos separados de una instalación	prefabricar
3	Controlar	Utilizar la información de las instalaciones para manipular físicamente el funcionamiento de los equipos de ejecución	manipular
4	Regular	Utilizar la información de la instalación para informar la operación de un elemento de instalación	directo

En general de la identificación de procesos actuales, se determina que los objetivos BIM de la organización se direccionan para mejorar la gestión del seguimiento en todo el ciclo de vida del proyecto.

4.3.3 Usos del plan BIM

Según la Universidad del Estado de Pensilvania, en su guía de planificación de la ejecución del proyecto de Building Information Modeling (The Computer Integrated Construction Research The Pennsylvania State University, 2010), existe un número de usos BIM, entre los cuales para la organización pueden aplicar los siguientes:

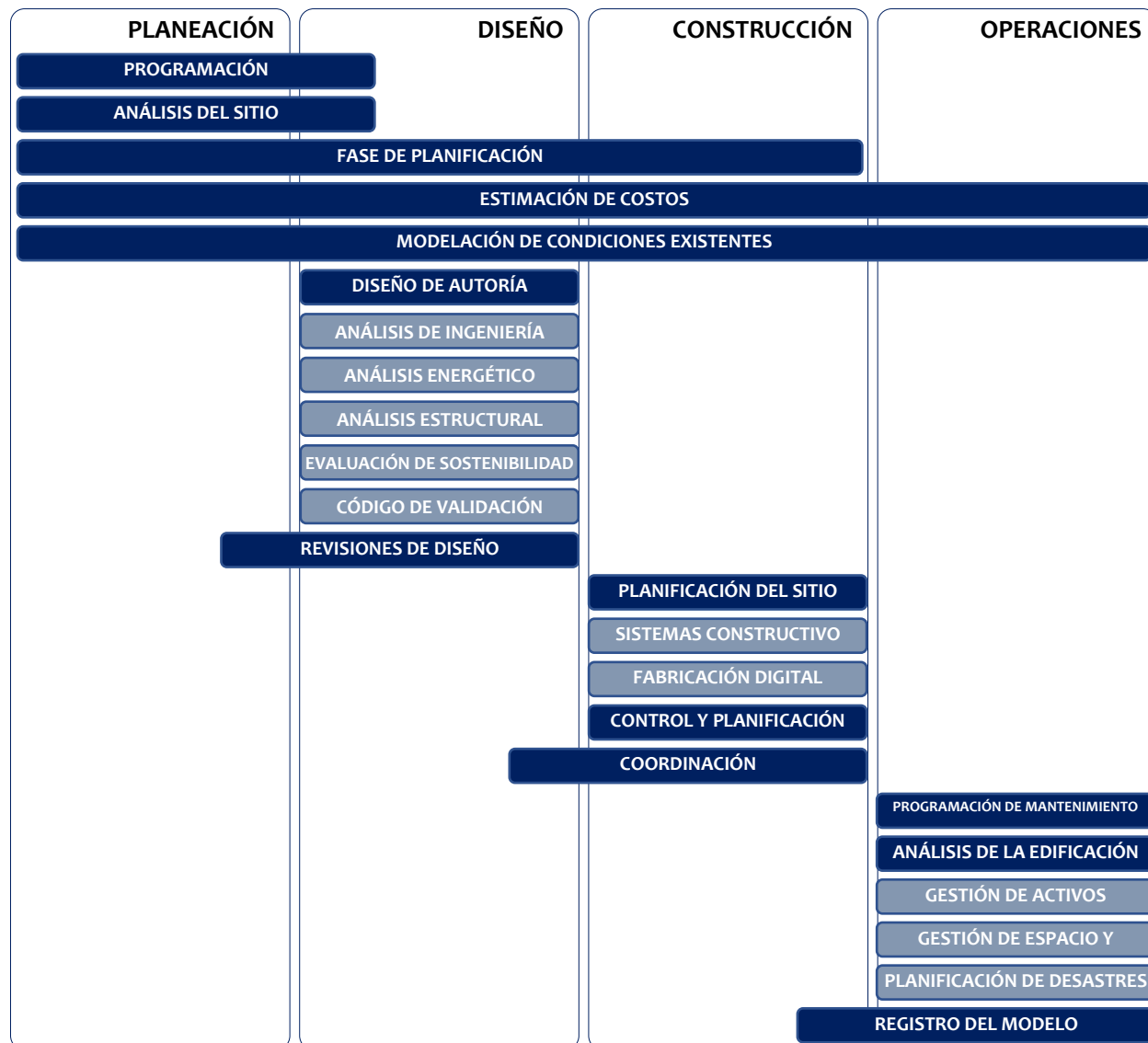


Figura 18. Adaptación de usos BIM según Universidad del Estado de Pensilvania

En el ANEXO 3 al presente documento, se presenta en detalle la descripción de los usos, según adaptación de los propuestos por la Universidad del Estado de Pensilvania.

4.3.4 Plataforma estratégica

Cuanto más fundamentado esté el plan en relación con los objetivos estratégicos de una empresa, es probable que la adopción sea más exitosa (Sacks et al., 2018). Con respecto a la misión,

visión y MEGA de la organización, por su alineación con mandatos constitucionales no es viable establecer cambios que modifiquen la formulación estratégica. Por otra parte, pese a que el presente plan pretende realizar la inclusión de BIM a algunos procesos de soporte de la organización, estos no afectan los objetivos misionales por cuanto se concentrarán en los procesos de apoyo.

La siguiente es la misión vigente de la organización de acuerdo con la resolución 00003 de 2019:

- **MISIÓN:** El fin primordial de la Policía Nacional es el mantenimiento de la convivencia como condición necesaria, para el ejercicio de los derechos y libertades públicas y para asegurar que los habitantes de Colombia convivan en paz fundamentada en el código de ética policial.
- **VISIÓN:** al 2030 seremos una organización preparada para responder ante el cambio a nivel local y global, como resultado de transformaciones estructurales que generan cultura y conciencia de futuro responsable en la ciudadanía.
- **MEGA:** durante los primeros cuatro años, cumpliremos con el servicio de policía a través de la unidad institucional para responder a los diversos comportamientos generacionales y regionales que impacten en la convivencia, mediante la innovación, el uso de herramientas tecnológicas y la optimización de los recursos.

En lo que respecta a las perspectivas del mapa estratégico institucional, se tienen las siguientes:

- Perspectiva ciudadano y gobierno
- Perspectiva servicio de policía
- Perspectiva de desarrollo humano y organizacional
- Perspectiva de recursos estratégicos

De la formulación estratégica, es posible inferir que la misión fundamental no se encuentra relacionada de manera directa con la producción en la industria de la construcción, pero con la perspectiva de recursos estratégicos, se determina que el soporte y apoyo de la organización juega un papel fundamental, dentro de lo que se encuentra el desarrollo de infraestructura. Los siguientes son los objetivos estratégicos de dicha perspectiva:

Tabla 4. Revisión de objetivos estratégicos

Objetivo estratégico	Impacto sobre infraestructura	Propuesta con BIM
R1 – General un cambio en la distribución del presupuesto de tal manera que sea por planes, programas y proyectos, de acuerdo con las capacidades institucionales.	Partiendo de la necesidad de estructurar los proyectos bajo la metodología de planeación de capacidades, en donde una parte de dicha capacidad puede ser el componente de infraestructura física.	Con BIM es posible tener control de los proyectos en las diferentes etapas del mismo, lo que se traduce en conocimiento mas preciso durante el ciclo de vida del proyecto, impactando directamente a la capacidad estudiada.
R2 – Consolidar el modelo de optimización de recursos para garantizar la presentación eficiente del servicio de policía.	Se continúa con la aplicación del modelo de administración de recursos logísticos y financieros, en donde se considera el componente de infraestructura.	Con BIM en modelo tendrá claridad en la regla de negocio para los proyectos de construcción, por cuanto ofrece información detallada de los modelos.
R3 – Incorporar a los procesos el modelo de administración para medir los resultados logísticos y financieros.	Dado que existen limitaciones presupuestales para ejecución de proyectos de infraestructura, se debe realizar una gestión eficiente de los mismos,	Los beneficios reportados de BIM, indican que en términos de costo de los proyectos se generan ahorros considerables.
R4 – Evaluar el impacto de la ejecución de los recursos para determinar la pertinencia en el desarrollo de la institución.	Se requiere medir el impacto presupuestal en diversas etapas de los proyectos de infraestructura.	BIM parte de modelo precisos de información, que aportarán todas los datos necesarios para las mediciones en diversas etapas de los proyectos.

4.3.5 Equipo de trabajo inicial

La organización cuenta con una estructura orgánica que desde la Dirección Administrativa y Financiera concentra la gestión de la infraestructura, por cuanto desde el Área de Infraestructura se

deberá disponer del equipo necesario para ser capacitado en la metodología. Se deben contar con cerca de treinta y cuatro (34) funcionarios que empezarán a laborar en cada uno de los perfiles previstos de la siguiente manera:

- Director BIM
- Gerente de Proyectos BIM
- Revisor BIM
- Coordinador BIM
- Modelador BIM
- Gestor de Operaciones BIM

A medida que el equipo se capacite mejor, los perfiles podrán depurarse, o generarse nuevos según la necesidad particular de la organización.

4.3.6 Liderazgo

La implementación de la metodología será liderada por la Dirección Administrativa y Financiera, desde la cual a su vez se coordinarán otros aspectos como el tecnológico con la Oficina de Telemática. Se informará de los avances al mando institucional por intermedio de la Subdirección General.

4.3.7 Apoyo gerencial

Se seguirá el conducto correspondiente para informar y solicitar al mando institucional en cabeza de la Dirección y Subdirección General, para coordinar todas aquellas actividades que deban ejecutarse para garantizar el direccionamiento de la metodología al interior de la organización.

4.3.8 Participación de todos los interesados

Si bien una parte importante para lograr una exitosa implementación BIM en la organización es el reconocimiento del cliente interno, el cual juega un papel fundamental, se debe reconocer que los beneficios de implementación se reflejarán en múltiples instancias debido al despliegue de la misionalidad de la organización. Dentro de los interesados que se espera participen en el proceso se encuentran los siguientes:

- Gobierno Nacional, ya que desde allí se generan las políticas de estado y posiblemente desde allí se lideren procesos de implementación en el sector público.
- Departamento Nacional de Planeación por cuanto es la entidad encargada de liderar la inscripción de proyectos de inversión y su seguimiento correspondiente.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público, por cuanto desde esta instancia se destinan los recursos necesarios para inversión y funcionamiento de la organización.
- Desde el estado colombiano, particularmente tiene una gran incidencia el Ministerio de Defensa Nacional, toda vez que es quien lidera todo el sector defensa, al cual se encuentra adscrita la organización y por tanto desde allí se generan políticas sectoriales que aplicarán para todo el sector.
- Policía Nacional, no solo desde el punto de vista de beneficio del cliente interno sino también derivado de la adecuada gestión interna de sus procesos con los beneficios que se reportan para la organización en sí misma. De igual forma, considerando que el servicio de policía es ininterrumpido, se establece que la infraestructura necesaria de igual manera tiene una exigencia adicional a cualquier otro tipo de edificaciones, razón por la cual los beneficios en la gestión trascenderán hacia los mismos servidores públicos que integran la organización, quienes ocupan en un alto porcentaje de tiempo las edificaciones o incluso deben habitar en ellas, requiriendo la gestión oportuna de la infraestructura para el bienestar de los servidores.

- Entidades que realizan convenios con la organización para la financiación de proyectos, por cuanto los beneficios de BIM conllevarán a mejorar la gestión de los recursos provistos.
- Entes territoriales, por cuanto sus representantes son las primeras autoridades de policía en cada uno de los departamentos o municipios que lideran y son los que de primera mano se beneficiarán con la entrada en servicio de la infraestructura gestionada con la metodología.
- En general las diversas comunidades urbanas y rurales que requieren el servicio de policía y para el cual se necesita la gestión de la infraestructura garantizando que dicho servicio se despliegue de manera eficiente.

4.3.9 Identificar las habilidades actuales y requeridas

Desde el Área de Infraestructura de la Dirección Administrativa y Financiera, se cuentan con capacidades necesarias con las siguientes características para efectuar la gestión de infraestructura de la Policía Nacional desde el nivel central y con cada una de las unidades descentralizadas:

- Recursos humanos
- Software
- Hardware
- Procesos

De cualquier manera, se identifica que es necesario fortalecer el recurso humano con que se cuenta desde el punto de vista de la capacitación, tanto en el conocimiento de la metodología BIM al igual con el uso de las herramientas tecnológicas que la soportan.

En lo que se refiere a procesos, de igual manera es necesario reestructurar algunos específicos, particularmente formular procedimientos que permitan realizar la estandarización de procesos.

4.3.10 Cronograma y costos

El tiempo estimado para ejecución de esta fase es de seis (6) meses, distribuidos de la siguiente forma:

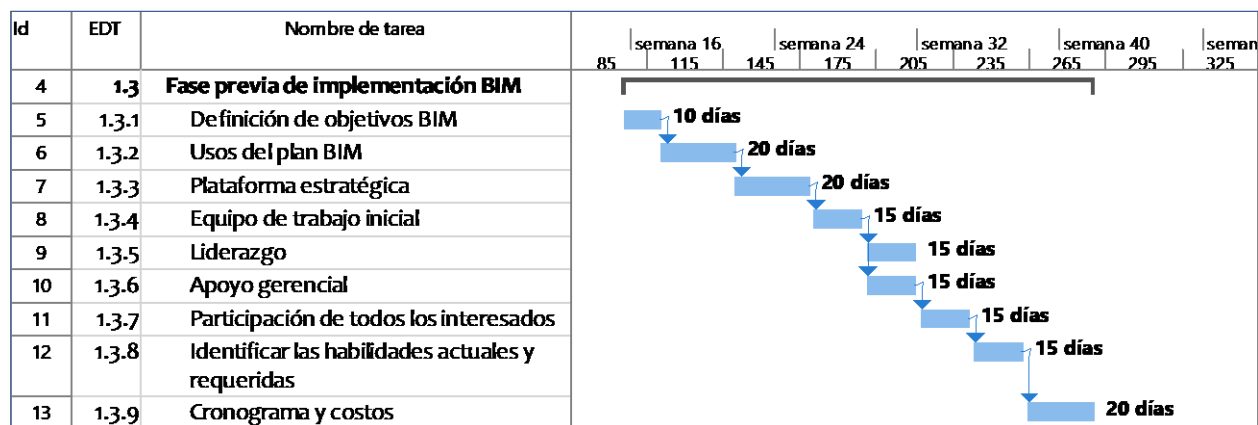


Figura 19. Cronograma de actividades para fase previa de implementación BIM

En lo que respecta a los costos estimados para la ejecución de esta fase, la siguiente es la propuesta \$85,493,935 (COP), el cual incluye el valor estimado de recurso humano, correspondiente a los salarios de los servidores que actualmente laboran en la organización, cargado a gastos de funcionamiento de la organización.

4.4 Fase de Implementación BIM

Con la ejecución de actividades previas, se propone iniciar la implementación propiamente dicha, para lo cual es indispensable adelantar otras acciones encaminadas a encauzar debidamente la implementación de la metodología.

4.4.1 Entrenamiento continuo y desarrollo

Se debe realizar la capacitación del personal en diferentes aspectos, relacionados inicialmente con conocimiento general de la metodología y posteriormente formación en áreas específicas.

Los programas de capacitación y certificación para los servidores de la organización alcanzarán tres objetivos:

- Enseñar a los profesionales existentes cómo realizar su trabajo con nuevas herramientas;
- Equipar a las personas para que desaparezcan algunos cargos, según las nuevas habilidades;
- Fomentar la formación de nuevos especialistas BIM (Sacks et al., 2018).

Existen muchos ejemplos nacionales e internacionales de capacitación, tanto públicos como privados, para los cuales la organización deberá evaluar el alcance correspondiente para cumplir con los objetivos y usos de la metodología BIM, desde el punto de vista formal, pero de igual forma existen otros canales de capacitación con los cuales el personal puede ser capacitado como son la realización de talleres, periódicos, sitios web, blogs entre otros recursos internos para compartir el conocimiento entre los funcionarios (Sacks et al., 2018).

Los primeros proyectos deberían centrarse en las habilidades básicas necesarias para modelar edificios y producir dibujos, incluida la definición incremental de bibliotecas de objetos y describirlos antes de emprender esfuerzos de integración más avanzados. Una vez que se han realizado los conceptos básicos de la gestión de proyectos, la puerta está abierta a una variedad de extensiones para aprovechar los múltiples beneficios de integración e interoperabilidad que ofrece BIM (Sacks et al., 2018).

4.4.2 Colaboración

BIM ofrece nuevos métodos de colaboración, pero presenta desafíos importantes para todo el equipo que lo implementa por cuanto existen diversas formas de realizar los trabajos, con herramientas diferentes. Se recomienda para la organización, efectuar para cada proyecto un plan de ejecución BIM (BEP), con el cual se determinen y especifiquen los niveles de detalle que se requieren

de cada modelador en cada etapa, así como los mecanismos para compartir o intercambiar modelos. El intercambio de modelos puede basarse en archivos o utilizar un servidor modelo que se comuniquen con todas las aplicaciones BIM. Para esta organización fue posible determinar con el análisis de madurez que cuenta con fortaleza con equipos que cumplen muy bien con los requerimientos, por lo que en la última adquisición de software se determinó como más viable las licencias multiusuario que podían ser alojadas en los servidores propios.

La práctica de ubicación conjunta de equipos multidisciplinarios de diseño y construcción en un espacio de oficina “Big Room”, un entorno de trabajo conjunto y colaborativo, es una forma muy efectiva de aprovechar la estrecha coordinación que BIM permite para mejorar la calidad del diseño del proyecto y reducir la duración del proyecto (Sacks et al., 2018), por lo que se sugiere a la organización, evaluar la posibilidad de propiciar estos espacios de trabajo.

Al mencionarse el trabajo colaborativo de este tipo, surgen necesidades puntuales que pueden plantear problemas de seguridad. En tal sentido es posible acudir a protocolos externos que permitan garantizar la integridad y seguridad de la información, los cuales deberán cumplir con requisitos técnicos como los planteados en la ISO 27001: 2013 (Sacks et al., 2018). Este aspecto cobra especial relevancia, por cuanto las características de la organización exigen que se cuenten con protocolos bien establecidos para el trabajo colaborativo, con la atención al sistema de seguridad de la Información – ISO 27005 y lo dispuesto en la resolución 08310 de 2016, por la cual se expide el manual del sistema de gestión de seguridad de la información para la Policía Nacional.

Todos los anteriores requerimientos serán tenidos en cuenta para la transmisión de información con consultores, constructores e interventores, quienes deberán cumplir con los protocolos previstos, además de someterse a los compromisos de confidencialidad que establezca la organización.

4.4.3 Ejecución de intercambio de información

Conociendo que se trabajará de manera colaborativa, se propone impulsar en esta fase la adopción de los niveles de BIM correspondientes, los cuales serán los siguientes:

- **Nivel 1 BIM:** Incluye una combinación de CAD 3D para trabajo conceptual, y 2D para la redacción de documentación de aprobación estatutaria e Información de producción. Los modelos no se comparten entre los miembros del equipo del proyecto (Sacks et al., 2018). Esta característica la que posee la actual ejecución de procesos de la organización.
- **Nivel 2 BIM:** Todas las partes usan sus propios modelos en 3D, pero no están trabajando en un solo modelo compartido. La colaboración viene en la forma de cómo se intercambia la información entre diferentes partes, y es el aspecto crucial de este nivel. La información de diseño se comparte a través de un formato de archivo común, que permite a la organización combinar esos datos con los suyos para crear un modelo BIM federado y llevar a cabo controles interrogativos. Por lo tanto, cualquier software de CAD que utilice cada parte debe ser capaz de exportar a un formato de archivo común como IFC (Industry Foundation Class) o COBie (Operaciones de construcción del edificio de intercambio de información) (Sacks et al., 2018). Con las recientes adquisiciones de software, la organización se encuentra en capacidad de acceder a este nivel, para lo cual es necesario avanzar en el proceso de capacitación del personal.

A medida que se evalúe y se avance con la madurez BIM de la organización, se podrá avanzar a un nivel superior.

4.4.4 Selección de software y arquitectura TI

De la evaluación del software con el cual la organización viene adelantando sus actividades, se puede concluir que en su mayoría proviene de un solo fabricante, el cual desde hace poco tiempo,

tomó la determinación de cambiar su política de licenciamiento a perpetuidad por la modalidad de licencias por tiempo. Lo anterior puede tener ciertas desventajas para la organización de carácter público, por cuanto se deben disponer partidas presupuestales para renovación de licencias. En este caso ha sido sugerible optar por la opción de licenciamiento a tres (3) años, para garantizar descuentos en la adquisición del software, pero además no generar traumatismos en el trámite de solicitud de la necesidad y asignación de los recursos para el plan de compras en la vigencia requerida.

Por su parte, en lo que corresponde a las ventajas, se puede determinar que la organización contará un licencias actualizadas y vigentes, soporte técnico permanente y eventualmente capacitación oportuna.

De lo anterior es preciso indicar que la organización destina partidas presupuestales para mantenimiento de software, lo cual al menos para el último año, fue reorientado para la adquisición de nuevas licencias, para garantizar la adecuada inversión.

Desde el punto de vista funcional, se garantiza que la plataforma tecnológica que se viene utilizando, pueda continuar prestando su servicio, dada la compatibilidad del software, pero no se puede obviar que en determinado momento, pese a contar con licencias a perpetuidad, estas ya serán obsoletas y no podrán ser utilizadas.

La organización igualmente cuenta con dependencias descentralizadas que requieren acceder a los servicios de la plataforma tecnológica, por lo que es altamente oportuno contar con licencias de carácter remoto, que puedan ser albergadas en los servidores de la institución y que permitan que un mayor número de usuarios puedan utilizarlas en cualquier parte del país.

Las interfaces abiertas deben permitir la importación de datos relevantes (para crear y editar un diseño) y la exportación de datos en varios formatos (para admitir la integración con otras aplicaciones y flujos de trabajo) (Sacks et al., 2018). Para efectos del plan y previo diagnóstico del software con que cuenta la organización, se propone el enfoque de permanecer dentro de los

productos de un proveedor de software, el cual puede permitir una integración más estrecha y fácil entre los productos en múltiples direcciones. Por ejemplo, los cambios en el modelo arquitectónico generarán cambios en el modelo de sistemas mecánicos, y viceversa. Sin embargo, esto requiere que todos los miembros de un equipo de diseño utilicen el software provisto por el mismo proveedor, que para este caso es viable para la organización (Sacks et al., 2018).

En el aspecto de hardware requerido, en un primer diagnóstico se determinó que se cuentan con equipos con características acordes a la necesidad, pero que es necesario fortalecer este aspecto, ya que hay otros tantos que dada su obsolescencia, no permiten ejecutar las herramientas BIM previstas.

Los sistemas de almacenamiento propio de la organización son una gran fortaleza y pueden aportar a la adaptación de BIM en la organización. En tal sentido, consultado en SECOP II, se encontró que existía un contrato vigente para el mejoramiento del centro de datos de la organización, lo cual fortalece de igual forma toda la plataforma TI organización y BIM.

4.4.5 Conformidad con la estandarización

En otros países se cuenta con estándares BIM que permiten desarrollar la metodología correspondiente según requerimientos regionales. Para el caso de Colombia, aun no se cuenta de manera oficial con estándares generados para el sector público, pero sigue adelante la iniciativa BIM fórum Colombia con la cámara colombiana de la construcción – CAMACOL, esperando que desde esta instancia se comience con aportar las herramientas de estandarización necesarias. De igual forma, hasta tanto no exista política pública para la generación de estándares, se considera prudente que la organización utilice aquellos comprobados por organizaciones externas y puntualmente se sugiere las aplicadas por el Reino Unido, para la implementación de BIM con el nivel 2 especificado en las guías

BIM de la norma británica, como PAS 1192-2: 2013, BS 1192: 2007, BS 1192-4: 2014, PAS 1192-3: 2014 y BS 8541 (Sacks et al., 2018).

4.4.6 Cronograma y costos

El tiempo estimado para ejecución de esta fase es de doce (12) meses, distribuidos de la siguiente forma:

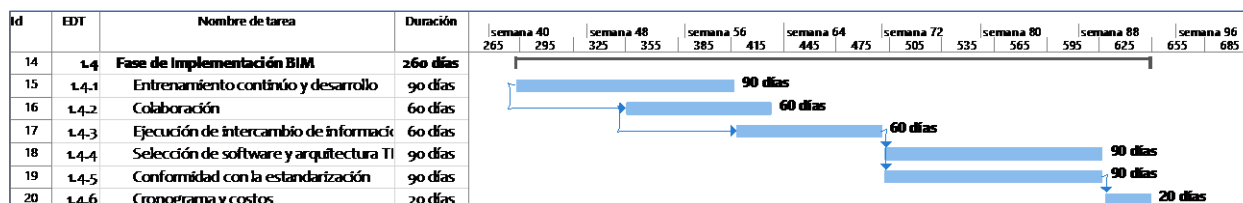


Figura 20. Cronograma de actividades para fase de implementación BIM

En lo que respecta a los costos estimados para la ejecución de esta fase, la siguiente es la propuesta que asciende a \$ 2,167,013,484 (COP), el cual incluye el valor estimado de recurso humano, correspondiente a los salarios de los servidores que actualmente laboran en la organización, cargado a gastos de funcionamiento de la organización.

Esta etapa es la que más dedicación y esfuerzo requiere por parte de la organización, razón por la cual su costo es elevado, principalmente en términos de asignación de recurso humano.

4.5 Fase posterior de implementación BIM

Posterior a la ejecución de las anteriores etapas y con el ánimo de darle continuidad a la implementación de BIM en la organización, es necesario realizar la evaluación correspondiente, para realizar los ajustes necesarios, considerando que el plan de implementación es dinámico y debe aproximarse a las condiciones políticas, financieras, técnicas y tecnológicas del momento.

4.5.1 Conocimiento educativo BIM

Habiendo capacitado al personal en el conocimiento de la metodología y el uso de las herramientas, es necesario reentrenar al personal, toda vez que posterior a la ejecución de proyectos bajo la metodología, es probable que se encuentren falencias o vacíos en la capacitación inicialmente tomada. De igual forma, por la obsolescencia de las herramientas es probable que sea necesario capacitar a los funcionarios en el uso de las modificaciones a las herramientas o en las nuevas que para la época se encuentren vigentes.

Según el Manual BIM, el mayor desafío en la implementación de nuevas tecnologías de diseño y construcción es la transición intelectual que requieren los líderes de los equipos de alto nivel. El desafío es involucrarlos en la transición de una manera que les permita realizar tanto su propia experiencia como las nuevas capacidades que ofrece BIM (Sacks et al., 2018).

En el mismo manual, indica que entre las varias formas potencialmente efectivas para enfrentar este desafío se encuentran:

- El equipo se asocia con personal joven y experto en BIM, que puede integrar el conocimiento del socio con la nueva tecnología.
- Brindar capacitación individual un día a la semana o en un horario similar.
- Organizar un pequeño ejercicio para equipos que incluya capacitación para socios en un lugar relajado fuera del sitio.
- Visitar empresas que han hecho una transición a BIM y asista a talleres y seminarios web en línea (Sacks et al., 2018).

De todas las opciones, la organización debe optar por las últimas tres (3) por cuanto se ha dicho que no es posible destinar recursos adicionales para incorporar al equipo más personal que el ya destinado a la dependencia encargada. Es posible, dentro de la iniciativa BIM fórum Colombia, con participación en su misión gubernamental, se interactúe con interesados y se conozcan avances en la

materia. De igual manera, como parte de programas de responsabilidad social, empresas constructoras que hayan implementado exitosamente en sus organizaciones BIM, pueden interactuar con la institución para dar elementos clave en la implementación.

Como se ha indicado, en Colombia la implementación BIM se encuentra en un nivel de desarrollo inicial, por lo que no es posible determinar con certeza el nivel de capacitación y las funciones específicas de cada rol. En la organización existen competencias genéricas que van asociadas al servidor público, independiente del cargo que desempeñe. Según el manual BIM una experiencia laboral más larga, mejores habilidades de liderazgo, mejores habilidades de lenguaje y la educación superior fueron requeridas en el orden del gerente de proyectos BIM, el gerente de BIM, el coordinador de BIM y el técnico de BIM (Sacks et al., 2018). De lo anterior se concluye que existen funcionarios que cumplen estas condiciones al interior de la organización, pero no se cuenta con el recurso humano formado con competencias específicas para el desempeño de algunos roles BIM, razón por la cual es de suma importancia realizar los mayores esfuerzos en las etapas anteriores para capacitar al personal. A continuación se presentan algunos estándares a nivel internacional, con el fin de cumplir los requerimientos BIM de una organización, los cuales pueden convertirse en metas para la organización objeto de estudio y referentes para encauzar la capacitación del personal:

Tabla 5. Competencias de trabajo requeridas para los roles principales de BIM
(Sacks et al., 2018)

Competencias de trabajo requeridas		Gerente de Proyecto BIM	Gerente BIM	Coordinador BIM	Técnico BIM
a) Competencias de trabajo requeridas más por los roles BIM de alto nivel					
Experiencia	Promedio mínimo de años de experiencia.	7.3 años	5.8 años	4.5 años	2.4 años
	Experiencia laboral relacionada	73%	52%	52%	40%
Habilidades de liderazgo	Liderazgo	20%	17 %	4 %	4 %
	Gestión de recursos de personal.	27%	15 %	-	-

Competencias de trabajo requeridas		Gerente de Proyecto BIM	Gerente BIM	Coordinador BIM	Técnico BIM
	Tener control sobre la unidad o departamento.	20%	17%	4%	-
Habilidades lingüísticas	idioma en inglés	33%	6%	7%	8%
	Idioma extranjero	27%	2%	7%	-
Licencia, Mayor Educación	Licencia, certificado o registro.	33%	6%	4%	4%
	Diploma de graduación	33%	6%	4%	4%
b) Competencias de trabajo requeridas más por los roles BIM de bajo nivel					
Habilidades computacionales	Computadoras / Electrónica	7%	23%	26%	-
	Interactuar con las computadoras	67%	77%	81%	84%
	Redacción, diseño y especificación de dispositivos técnicos, piezas y equipos.	20%	48%	63%	76%
Dominio – Específico Conocimiento	Mecánico	-	8%	15%	16%
	Evaluar la información para determinar el cumplimiento de las normas.	20%	29%	37%	44%
General	Cooperación	13%	38%	43%	60%
	Pensando creativamente	20%	21%	22%	52%
	Proporcionando productos de alta calidad.	7%	10%	19%	20%

El número de porcentaje indica el número de ofertas de trabajo que incluyen un determinado elemento de competencia dividido por el número total de ofertas de trabajo para el tipo de trabajo específico.

En resumen, los programas de capacitación y certificación tienen tres objetivos: (1) enseñar a los profesionales existentes cómo realizar su trabajo con nuevas herramientas; (2) preparar a las personas para que desaparezcan algunos empleos por otros con nuevas habilidades; y (3) para fomentar nuevos especialistas BIM (Sacks et al., 2018). En la organización el primer objetivo es una prioridad, por cuanto no es posible incorporar nuevo personal ya capacitado en las herramientas BIM, el segundo es viable ya que profesiones en el campo de la topografía han ido mejorando sus técnicas,

derivando en cambios en gran medida de la forma como se ejercía dicha profesión, o actividades como las desarrolladas por los delineantes de arquitectura ya han prácticamente desaparecido. El tercer objetivo también debe convertirse en prioridad, por cuanto ya se ha indicado que se realizará un importante esfuerzo para la implementación, requiriendo personal con la especialidad en el tema al interior de la organización.

BIM es un nuevo entorno de TI que requiere capacitación, configuración del sistema, configuración de bibliotecas y plantillas de documentos y adaptación de los procedimientos de revisión y aprobación del diseño, a menudo combinados con nuevas prácticas comerciales. Estos deben desarrollarse gradualmente, junto con los métodos existentes, de modo que los problemas de aprendizaje no pongan en peligro la finalización de los proyectos actuales (Sacks et al., 2018).

Dado que la mayor inversión detectada en este plan no corresponde precisamente al componente de capacitación sino al recurso humano, es importante que la organización adelante todas las actividades necesarias para que ese personal cuente con las herramientas necesarias y sobre todo el conocimiento de estas, lo cual solo se logra a través de la capacitación.

4.5.2 Difusión de la implementación

Se propone que la organización de aplicación a los procedimientos descritos en el manual de gestión de la doctrina y las lecciones aprendidas para la Policía Nacional (Policía Nacional de Colombia, 2011), para documentar todas las acciones adelantadas en el plan de implementación, de tal forma que se conviertan en referente de evaluación y conocimiento para la organización misma. De igual manera, atendiendo la sugerencia de utilizar la metodología del PMI, para la gestión como un proyecto institucional, se prevé el proceso de gestionar el conocimiento del proyecto dentro del grupo de procesos de ejecución (Project Management Institute, 2018).

4.5.3 Revisión del rendimiento

Las medidas BIM son los indicadores clave de rendimiento que pueden utilizarse para proporcionar respuestas. Las medidas BIM se monitorean idealmente a largo plazo, pero también se pueden usar como medidas únicas para cuantificar los beneficios en proyectos de estudio de caso. Naturalmente, incluyen medidas estándar de proyectos de construcción, como cronograma, costo y rendimiento de calidad (Sacks et al., 2018).

Se diseñarán las métricas correspondientes con los siguientes objetivos principales:

- Evaluar los beneficios BIM para organización, permitiendo medir los impactos positivos o negativos de tal forma que se pueda determinar el retorno de la inversión para la organización.
- Con las métricas diseñadas, se evaluará el desempeño de los recursos, determinando los ajustes necesarios para el mejoramiento de los procesos (Sacks et al., 2018).

Como primera opción se tomó como medida inicial de desempeño, el componente correspondiente al beneficio en costos y como reduciendo el margen de adiciones presupuestales, se pueden lograr beneficios importantes, como se reporta más adelante en el capítulo de resultados. En tal sentido, es posible realizar métricas con otros aspectos, particularmente con la reducción en los tiempos de ejecución.

4.5.4 Plan de soporte

Se contará con soportes en diferentes aspectos, con el fin permitir que la implementación siga su curso sin mayores inconvenientes:

- Soporte técnico, aportado por profesionales externos que apoyen la formación profesional de los funcionarios.
- Soporte tecnológico, liderado desde la Oficina de Telemática de la Policía Nacional, aportado por profesionales internos y externos que suministren el software y hardware necesario.

- Soporte misional y doctrinal, desde la Oficina de Planeación de la Policía Nacional, en donde se evaluará desde el punto de procesos la trazabilidad de la metodología en coordinación con la Dirección Administrativa y Financiera.

4.5.5 Cronograma y costos

El tiempo estimado para ejecución de esta fase es de nueve (9) meses, distribuidos de la siguiente forma:

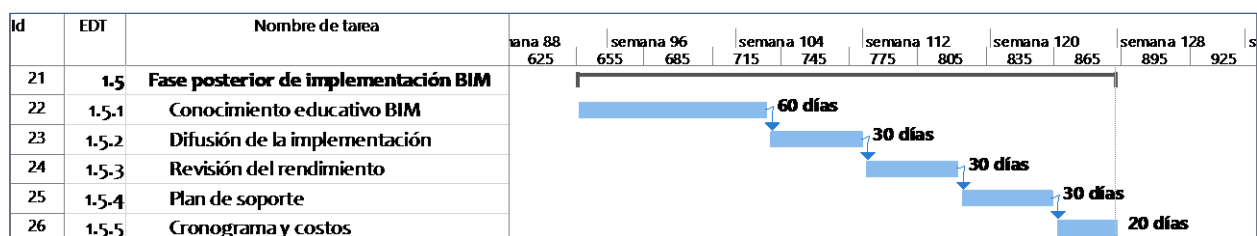


Figura 21. Cronograma de actividades para la fase posterior de implementación BIM

En lo que respecta a los costos estimados para la ejecución de esta fase, la siguiente es la propuesta que asciende a \$207,054,724 (COP), el cual incluye el valor estimado de recurso humano, correspondiente a los salarios de los servidores que actualmente laboran en la organización, cargado a gastos de funcionamiento de la organización.

En resumen, se propuso un plan de implementación BIM, en un período de treinta (30) meses, como se muestra a continuación:

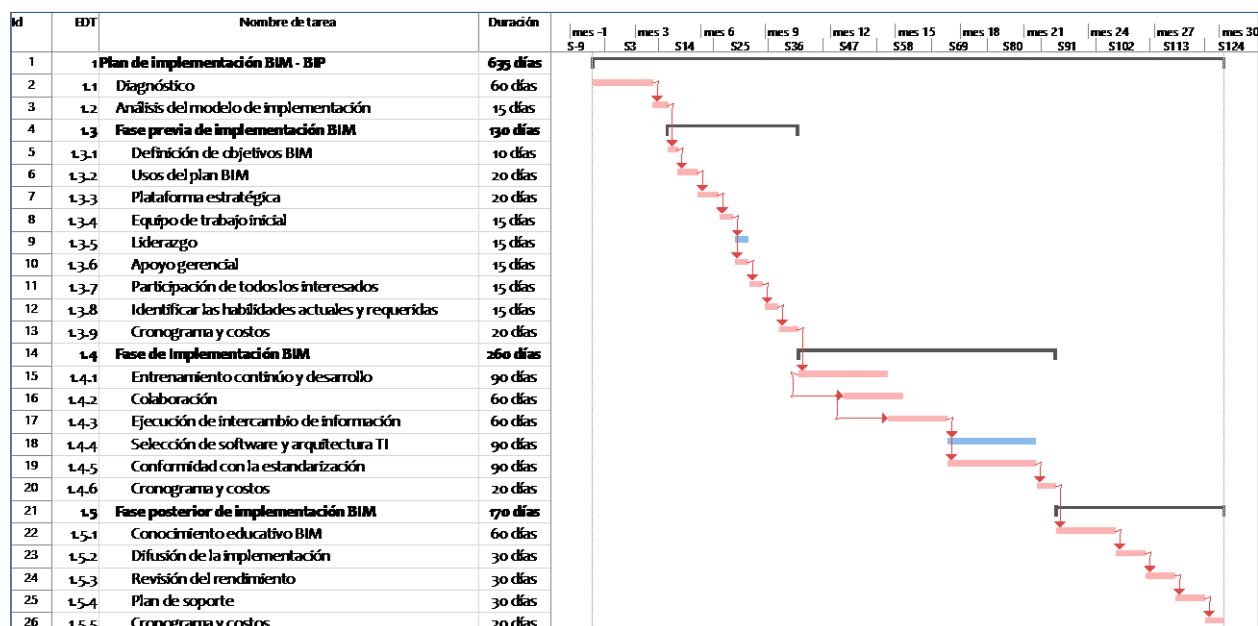


Figura 22. Cronograma de actividades para el plan de implementación BIM

Los costos estimados para la ejecución del plan de implementación BIM, ascienden a \$3,009,914,659 (COP), el cual incluye el valor estimado de recurso humano, correspondiente a los salarios de los servidores que actualmente laboran en la organización, cargado a gastos de funcionamiento de la organización. En el capítulo de resultados se presentarán en detalle los componentes de dicho plan.

El siguiente es el resumen general de tiempos y costos estimados de ejecución del plan:

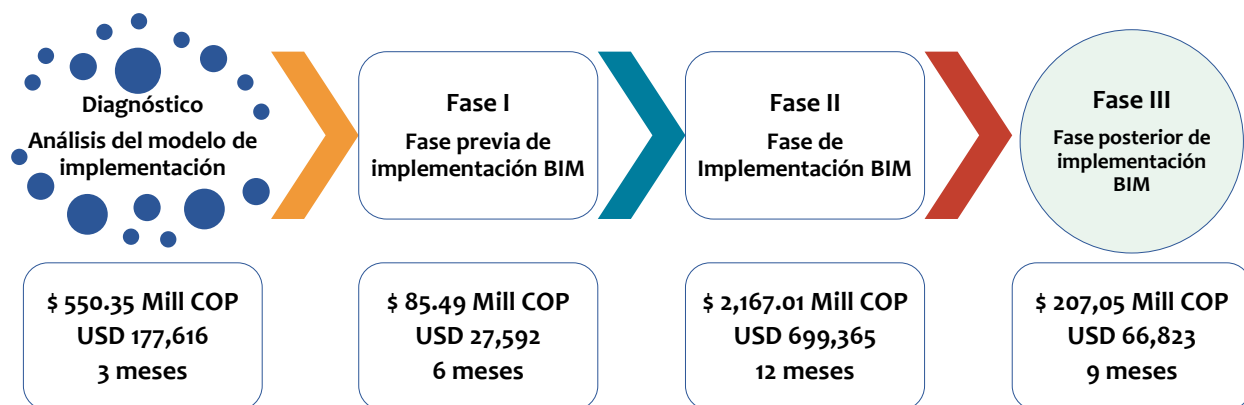


Figura 23. Resumen de costos y duraciones de las fases previstas en el plan de implementación BIM

5 RESULTADOS

De la definición misma de BIM, se puede inferir que el componente tecnológico tiene el mayor impacto para su implementación en las organizaciones, en el entendido que el proceso de modelación es asistida por computador (Sacks et al., 2018).

Se ha encontrado conforme a las experiencias documentadas, que para avanzar en la implementación BIM, todos los procesos se sustentan en modificaciones a la cultura, los estándares, los procesos, la estrategia, el liderazgo, entre otras (Departament for business, 2016).

Considerando las cuentas de control establecidas para el cumplimiento de las actividades previstas dentro de la investigación, a continuación se describen los resultados alcanzados:

5.1 Revisión de estándares BIM

Para efectos de conocer el estado de la metodología BIM en un entorno global, desde el punto de vista de implementación y con el propósito de evaluar la trazabilidad correspondiente, se consultaron documentos en diversos motores de búsqueda. Muchos de los documentos, son de carácter institucional, razón por la cual se encuentran directamente en los repositorios de las organizaciones revisadas. Toda la literatura se encuentra clasificada por la temática a que se refiere, con los siguientes porcentajes de impacto en la investigación:

- Antecedentes, 38%: Se refieren a aquellos que presentan de las aplicaciones, beneficios y casos de estudio.
- Estándares BIM, 27%: Son los relacionados con mandatos, guías, manuales, que relacionan la forma como organizaciones aplican en sus procesos BIM.

- Organización, 29%; Son aquellos que presenta el impacto en las organizaciones al efectuarse la implementación BIM.
- Procesos actuales, 6%: Muestra la existencia de modificaciones o aplicación de procesos para la implementación BIM.

De lo anterior, se encuentra que la mayor cantidad de información consultada, obedece a antecedentes y estándares BIM, accediendo a un importante número de experiencias de organizaciones, especialmente gubernamentales que han documentado aspectos de la implementación en su interior, en su mayoría en el año 2017 con un 23% y en 2018 con un 36% de la documentación consultada, estableciéndose que en los últimos años se ha dado una importante producción en aspectos de implementación BIM, lo cual es congruente con la concepción de la metodología y su asociación con los avances de la tecnología.

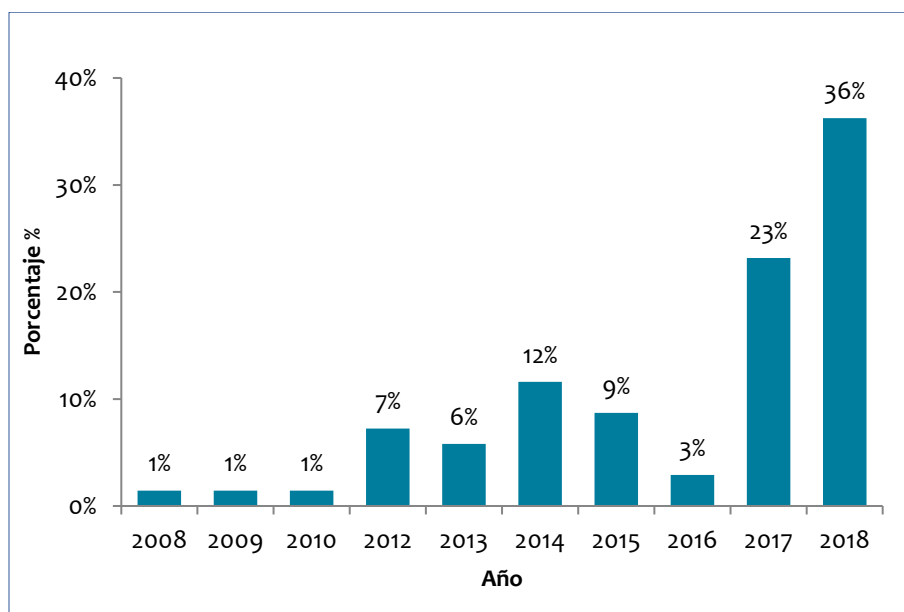


Figura 24. Clasificación de documento revisado según año

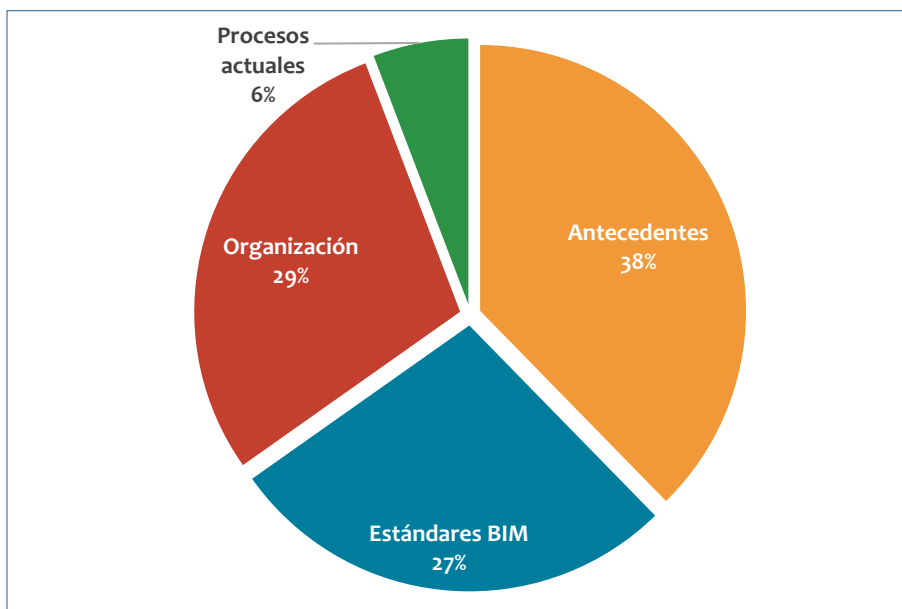


Figura 25. Clasificación de documentos revisados según tema

De la revisión de estándares, se encuentra que se debe adoptar BIM para incrementar la productividad como un primer paso importante hacia la digitalización de la industria de la construcción, pero solo sucederá si todos los jugadores en la cadena de valor actúan y colaboran (World Economic Forum, 2018).

Para efectos del trabajo adelantado, las referencias más importantes, se encontraron en Estados Unidos y el Reino Unido, sin dejar de lado que en países orientales se ha dado un desarrollo importante en los últimos años, posiblemente debido a los crecimientos importantes de sus economías que de igual forma dan un impulso importante a la industria de la construcción y con ello a BIM. De igual forma organizaciones similares a la estudiada han tenido avances como lo es el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE) y Carabineros de Chile que por mandato de gobierno de acogerse a la implementación en 2020.

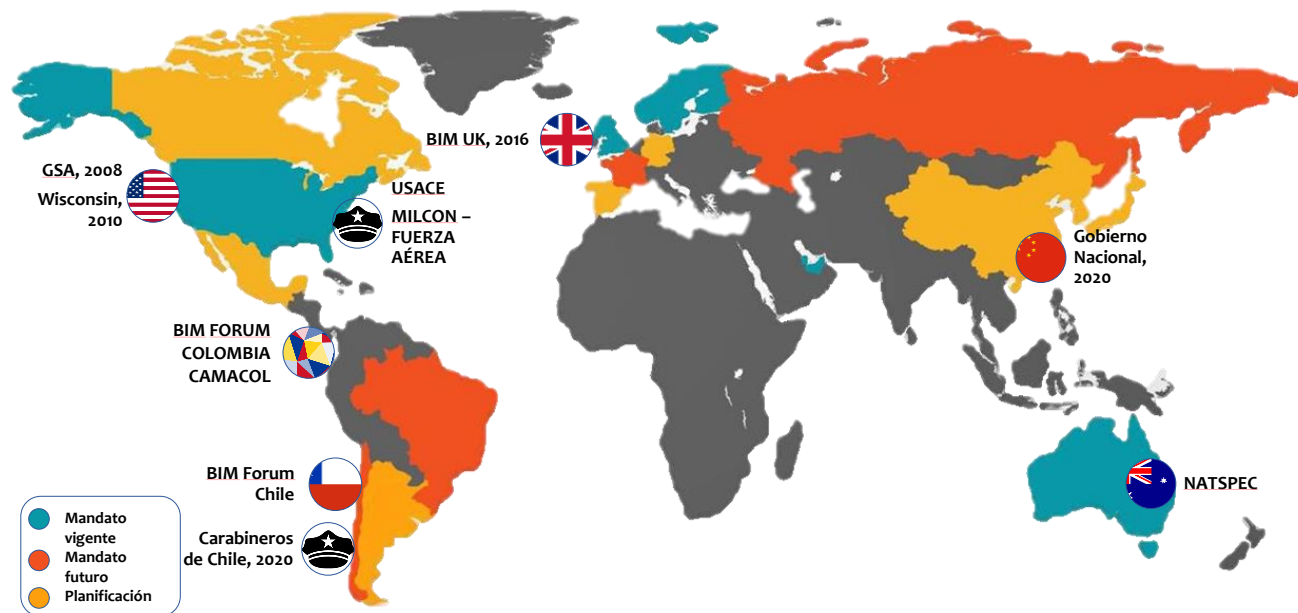


Figura 26. Estado general de BIM en el mundo
(McGraw Hill Construction, 2014) (Rivas, 2018), (Sacks et al., 2018)(Espinosa, 2018)

5.2 Análisis de la organización

Se ha podido determinar que la organización estudiada tiene unas características muy particulares que la hacen diferente a otras organizaciones que han implementado BIM en sus procesos. De manera particular, la institución de carácter público presta un servicio enfocado a garantizar la seguridad ciudadana y la convivencia en paz en todo el territorio colombiano, para lo cual se dispone la capacidad logística necesaria para el cumplimiento de las actividades.

Dentro de la clasificación de los recursos logísticos al interior de la organización, se puede identificar que las edificaciones se encuentran clasificadas dentro de este componente. Lo anterior hace que la implementación tenga algunas condiciones de particularidad, en el sentido que la misión de la organización no se encuentra relacionada directamente con la ejecución de proyectos de construcción de edificaciones, sino que es un proceso de soporte para el cumplimiento de dicha misión. No obstante, derivado de la magnitud de esta organización, la gestión de los activos fijos se

convierte en un gran reto para sus integrantes, para lo cual se ha determinado que su valor alcanza los \$9,73 billones (Policía Nacional de Colombia, 2018).

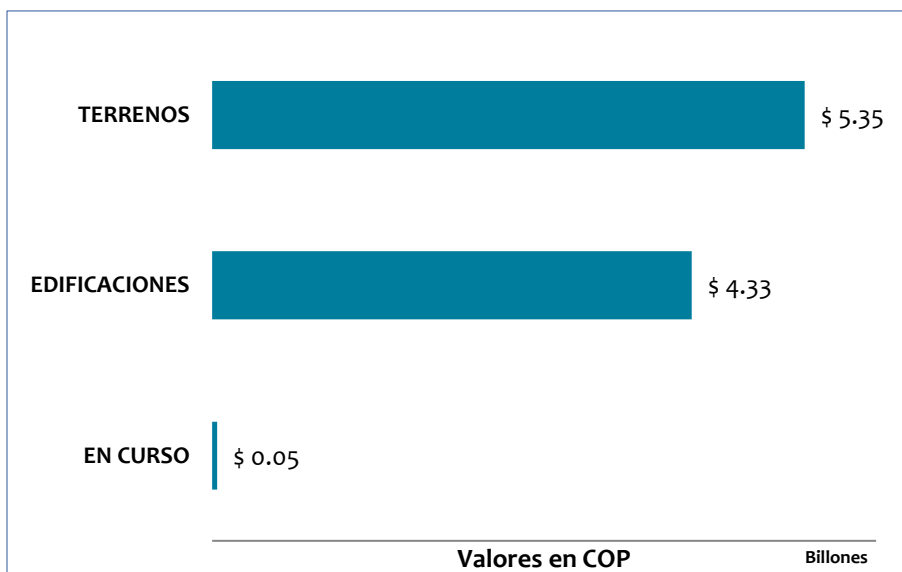


Figura 27. Infraestructura en estado de situación financiera en 2018 (Policía Nacional de Colombia, 2018).

La organización contaba finalizando 2018, según su reporte de situación financiera con activos por total de \$ 14.28 Billones (COP). En la figura anterior se aprecia que alrededor 68.1% del total de activos corresponden a inmuebles.

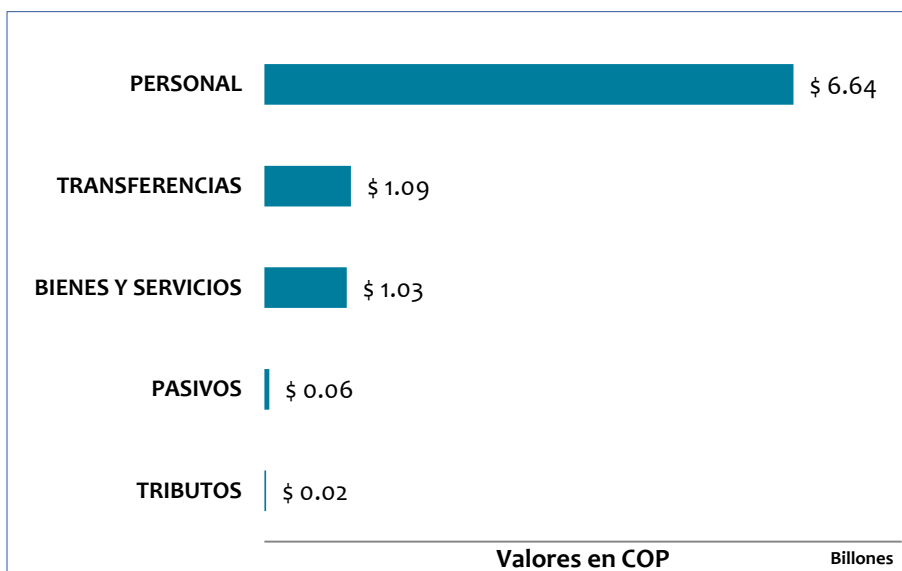


Figura 28. Presupuesto asignado para 2019 (Policía Nacional de Colombia, 2019b)

Para 2019, la organización cuenta con un presupuesto asignado de \$8.84 Billones (COP).

Para el momento de elaboración de la presente investigación, se encontraron las siguientes características de la organización estudiada, según lo presentado en la cátedra Colombia, así le cumplimos al país, realizada en 2018:



Figura 29. Características generales de la organización (Cátedra Colombia. Así le cumplimos al país, 2018)

- Se trata de una organización jerarquizada.
- Tiene más de un siglo de existencia.
- Cuenta con aproximadamente 179.000 integrantes.
- Con relación a aspectos operativos, se tienen cerca de 2800 unidades policiales, desde las cuales se presta el servicio.
- Con otras edificaciones destinadas a otros servicios complementarios, hay alrededor de 6070 bienes inmuebles en el territorio colombiano.



Figura 30. Clasificación de edificaciones de la organización
(Resolución No. 04935, 2013.)

Para la gestión anteriormente descrita, se cuenta en la organización con una dependencia específica encargada de gestión de las construcciones, la cual despliega a su vez toda su capacidad a través de grupos descentralizados dispuestos en el todo el país. Como parte del proceso se efectúa la evaluación de las capacidades con que cuenta el área de infraestructura, determinando que el equipo interdisciplinario es variado, en su mayoría compuesto por ingenieros civiles con un 31% y arquitectos con un 29%.

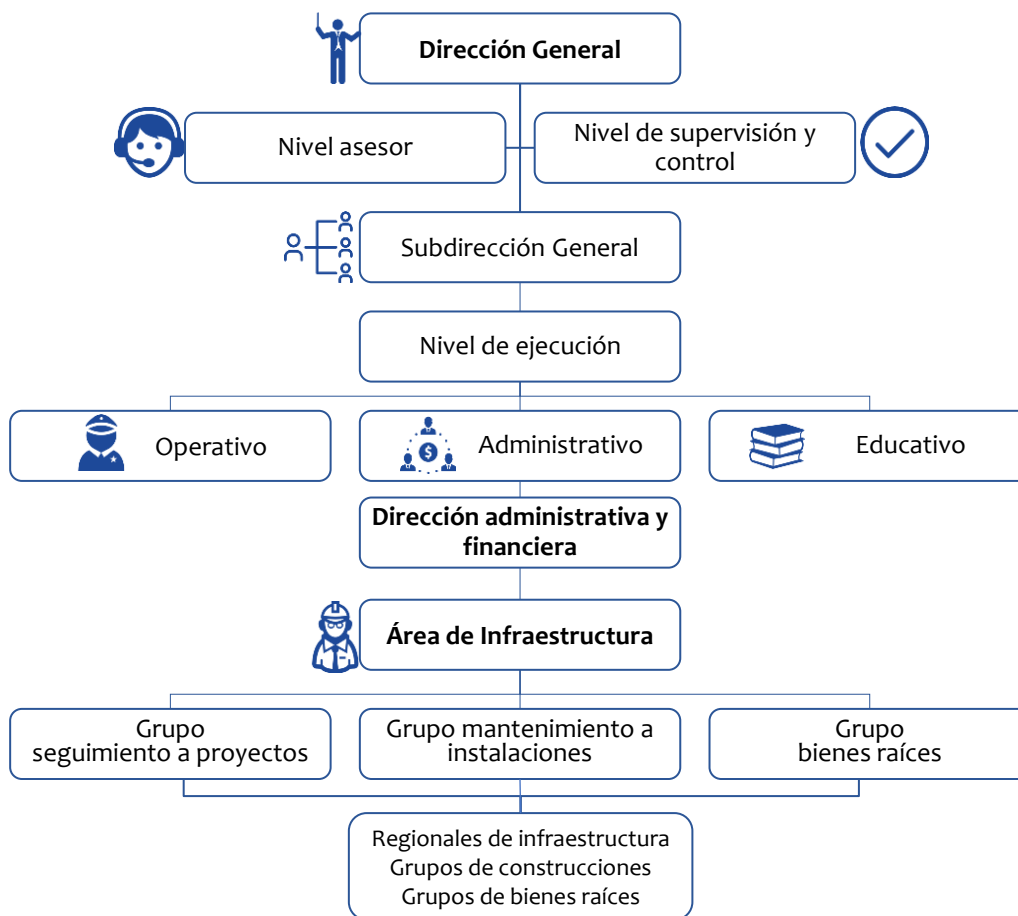


Figura 31. Estructura organizacional de la institución (Decreto No. 4222, 2006)

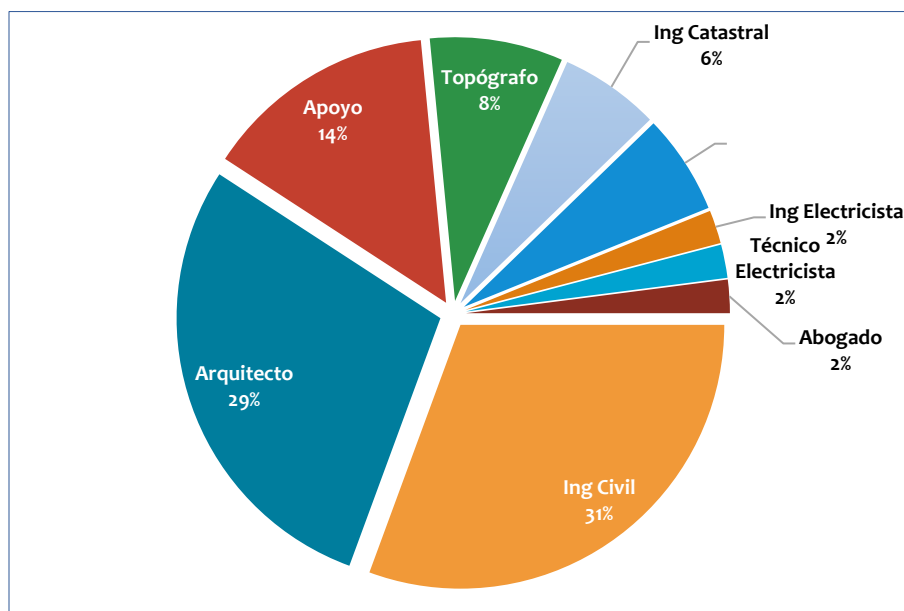


Figura 32. Recurso humano del área de infraestructura

Por otra parte, asociado al componente tecnológico que posee la metodología, se realiza la evaluación de los medios dispuestos en la actualmente para tal fin, identificando el hardware y el software adquirido para el desarrollo de las actividades.

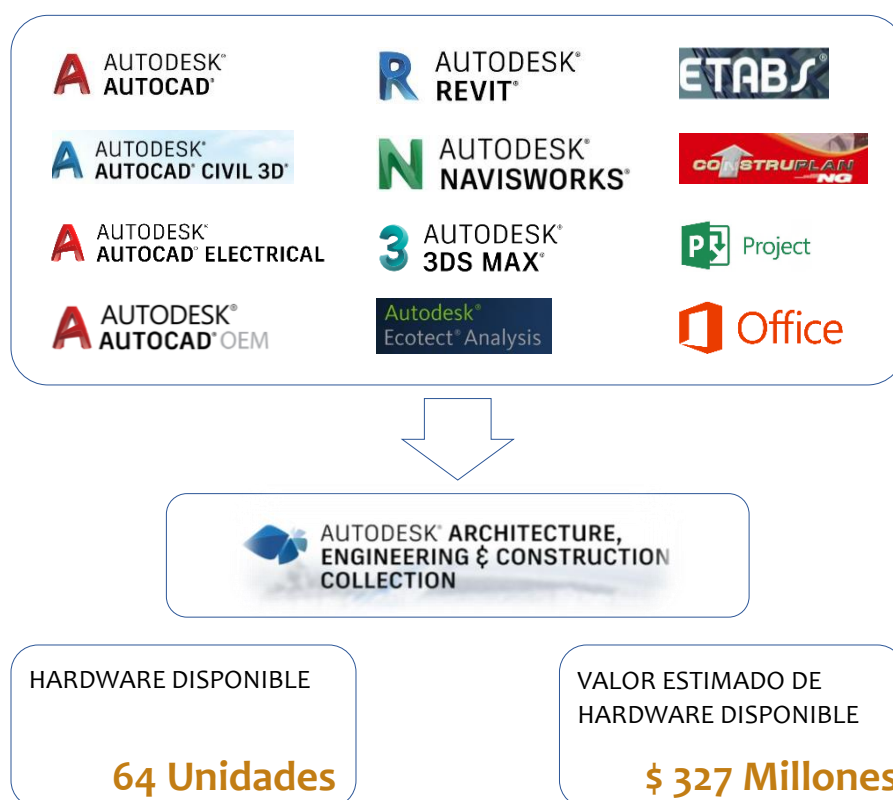


Figura 33. Inventario de software con que cuenta la organización (Policía Nacional, 2018)

Con lo anterior se establece que la organización posee unas capacidades vigentes, que le permiten impactar diversas actividades que se adelantan, pero se evidencia que existe deficiencia de capacitación del personal en el uso de algunas herramientas. Para estimar el conocimiento y uso del software, se efectuó una encuesta al personal del área, encontrando que algunos de los paquetes informáticos dispuestos, no son utilizados.

DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA

Encuesta Área de Infraestructura DIRAF

***Obligatorio**

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico

Grado *

Elige

Nombre y Apellidos *

Tu respuesta

Profesión *

Elige

Dependencia en la cual labora *

Elige

¿Que labor desempeña? *

Elige

¿Qué actividades adelanta en su cargo? *

Coordinación de proyectos

Diseño

Revisión a diseños

Supervisión a interventoría

Otro:

¿Para el desarrollo de sus actividades usualmente cuál del siguiente software utiliza? *

	No lo utiliza	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
AutoCAD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Auto CAD Civil 3D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
AutoCAD Electrical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
AutoCAD OEM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ecotect Analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Navisworks	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3DS Max	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Qué otro software complementario utiliza? *

	No lo utiliza	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
Construdata	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etabs	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Microsoft Word	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Microsoft Excel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Microsoft PowerPoint	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Microsoft Project	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rhinoceros-Flamingo-Penguin-Bongo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Considera que existe alguna herramienta informática que puede aportar a su labor diaria? *

Tu respuesta

Figura 34. Encuesta de evaluación de uso de herramientas informáticas en 2018

Los resultados totales de la encuesta son puestos a disposición de la organización, para determinar el uso completo de la información consolidada.

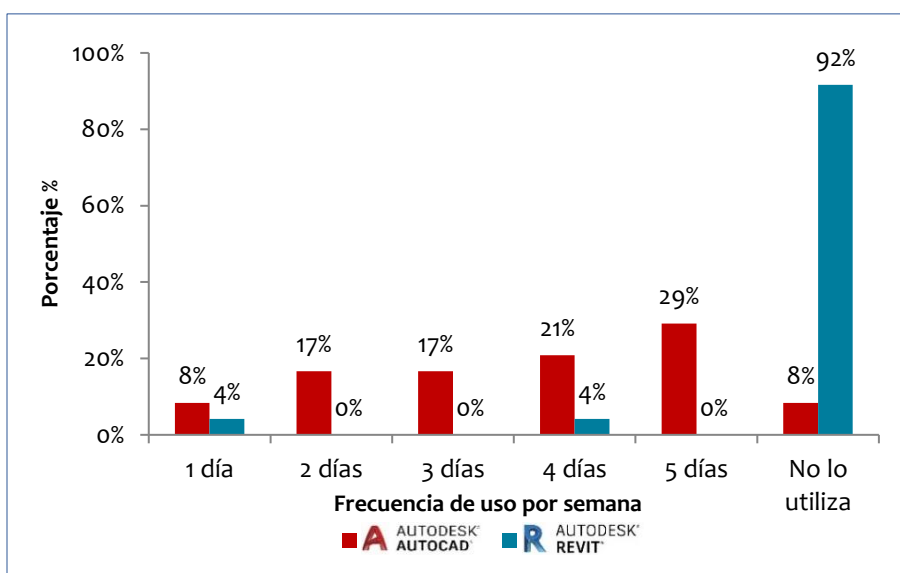


Figura 35. Utilización de software en la organización en el año 2018

En la anterior figura se presentan los resultados correspondientes a dos paquetes informáticos para implementación BIM en niveles diferentes, de los cuales uno de ellos no es utilizado en un alto porcentaje por parte de los funcionarios (92%).

Por otra parte, se realizó el estudio de los procesos actuales que se adelantan en la organización, encontrando 3 líneas específicas para gestión de proyectos de infraestructura:

- Identificación
- Priorización
- Ejecución

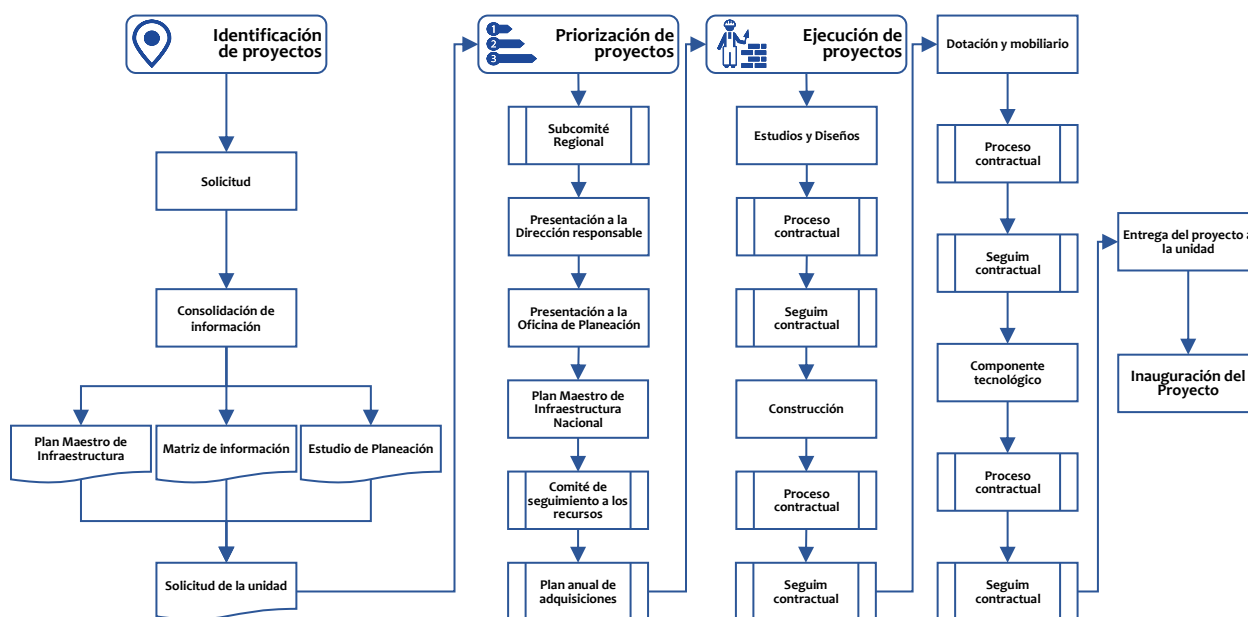


Figura 36. Procesos identificados al interior de la organización

De 10 procesos identificados, el 70% se encuentran documentados, estableciendo que el restante porcentaje se adelantan de forma consuetudinaria, especialmente en lo relacionado con la identificación de proyectos, en donde derivado de solicitudes formales y no formales, se estructuran las necesidades locales para el planteamiento de los futuros proyectos.

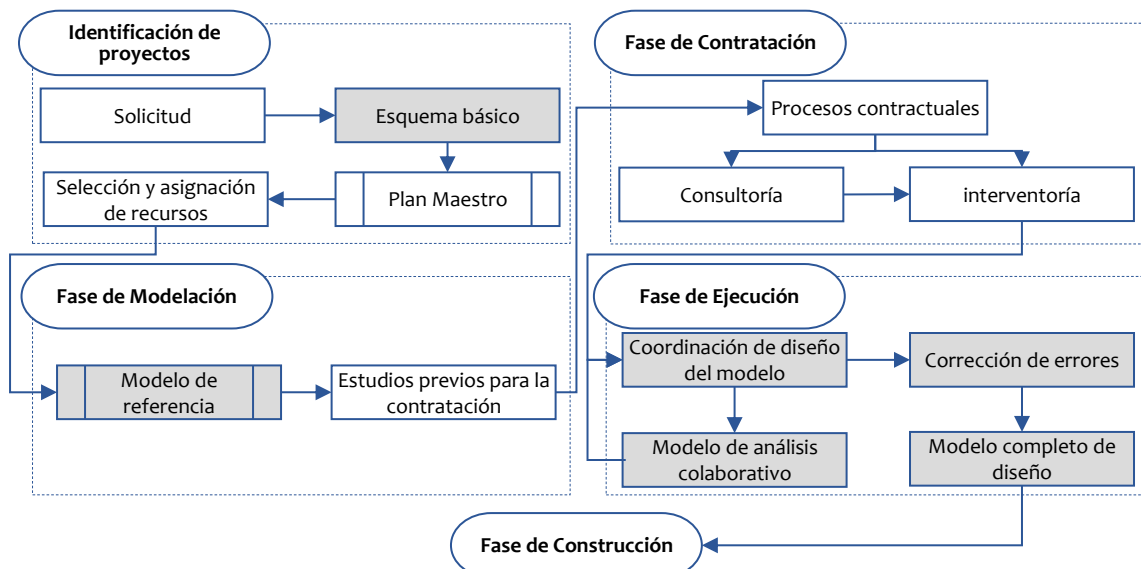


Figura 37. Esquema de propuesta de procesos
Adaptado de (Porwal & Hewage, 2013)

Se puede determinar que algunos procesos están desactualizados, en lo que a normatividad refiere. Se elaboró la propuesta de un mapa de procesos, con el fin de realizar la apropiación de la metodología BIM al interior de la organización.

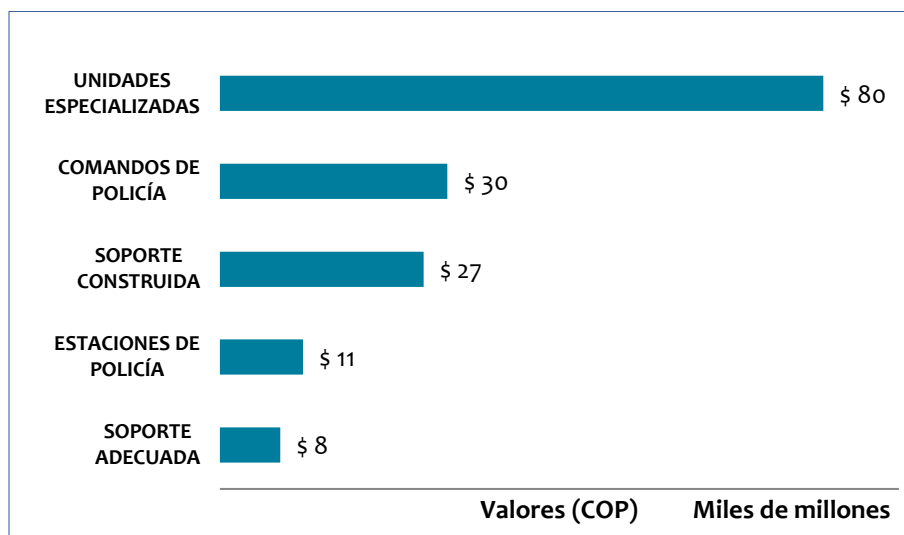


Figura 38. Inversiones en infraestructura previstas en 2019
(Resolución No. 00001 de 2019)

Como parte final del estudio de la infraestructura de la organización se determina que, con los métodos vigentes, la organización ha estimado para la vigencia 2019 se asignaron \$156,182 Millones (COP) para los proyectos de infraestructura (Policía Nacional de Colombia, 2019b).

El anterior resultado, permite cuantificar el valor de la población de proyectos nuevos que se espera impactar con el presente trabajo (al menos a lo que se refiere al corto plazo).

5.3 Diagnóstico

Tomando como referencia los niveles de madurez BIM del gobierno británico (The Scottish Futures Trust (SFT), 2018), con los aspectos anteriormente estudiados se realizó un análisis de las características evaluadas, pudiendo localizar a la organización en los niveles de madurez BIM en nivel cero (0).

Para confirmar la anterior afirmación, se toma como referencia una metodología particular de evaluación de madurez BIM (BIM Excellence, 2016), la cual cuenta con una herramienta de conocimiento que se denomina matriz de madurez BIM. Con los pasos sugeridos por los autores, se elabora una base de datos con un formulario de evaluación, con el cual se busca determinar el índice de madurez BIM, además que cronológicamente cada sea aplicada la metodología, se almacenarán los datos correspondientes, para revisar avances o posibles retrocesos asociados con el índice de madurez BIM.

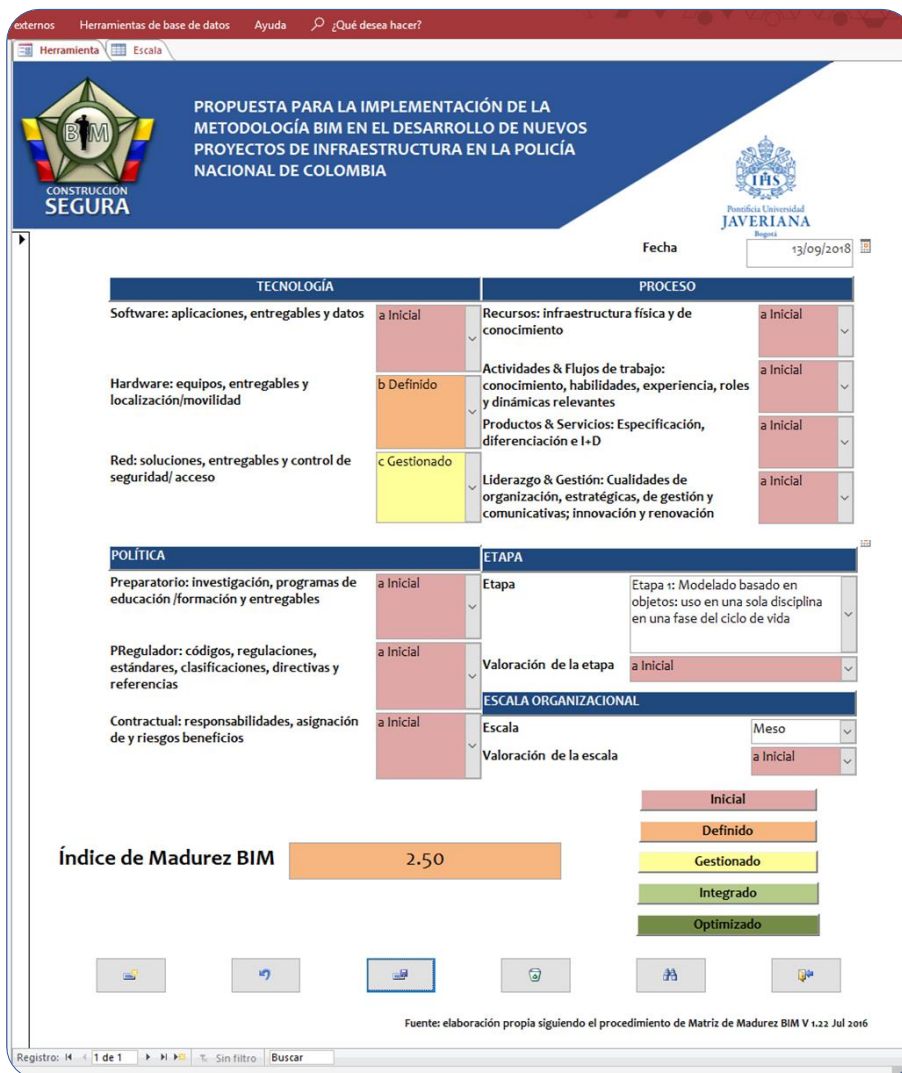


Figura 39. Herramienta para la evaluación de la madurez BIM
Elaboración propia.

Conforme a lo indicado por la metodología del autor referenciado, se realizaron 2 sesiones: la primera con participación de 3 funcionarios y la segunda con 5, en donde se revisaron los aspectos formulados en la matriz de madurez BIM, encontrando los resultados presentados en la figura.

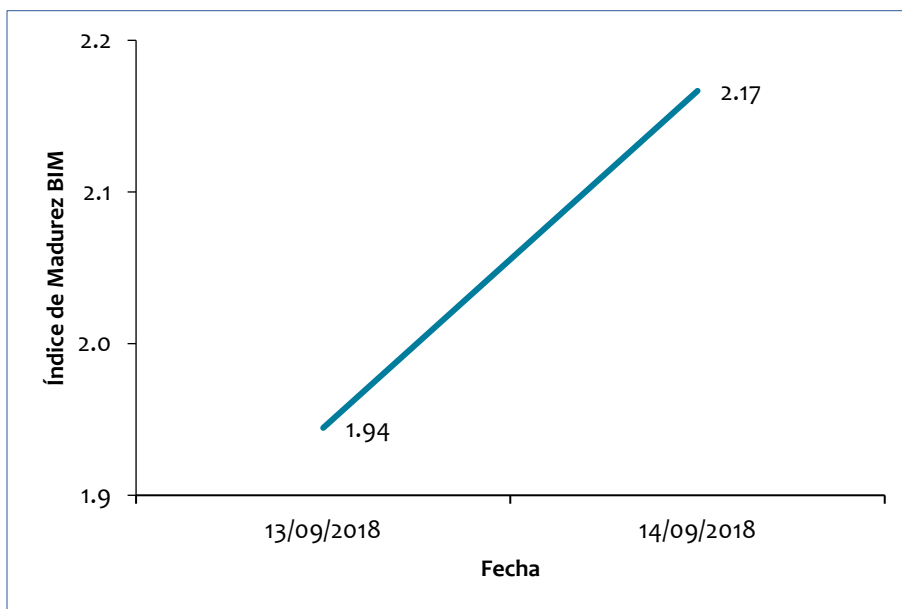


Figura 40. Índice de Madurez BIM estimado

En promedio, se determina que el índice de madurez de la organización es de 2.08, lo cual la ubicaría a la organización en un nivel definido. Es importante indicar que pese a clasificarse allí, considerando que el nivel definido tiene un máximo de 10 puntos, se advierte que la madurez está en un nivel bajo, más cercano a nivel inicial.

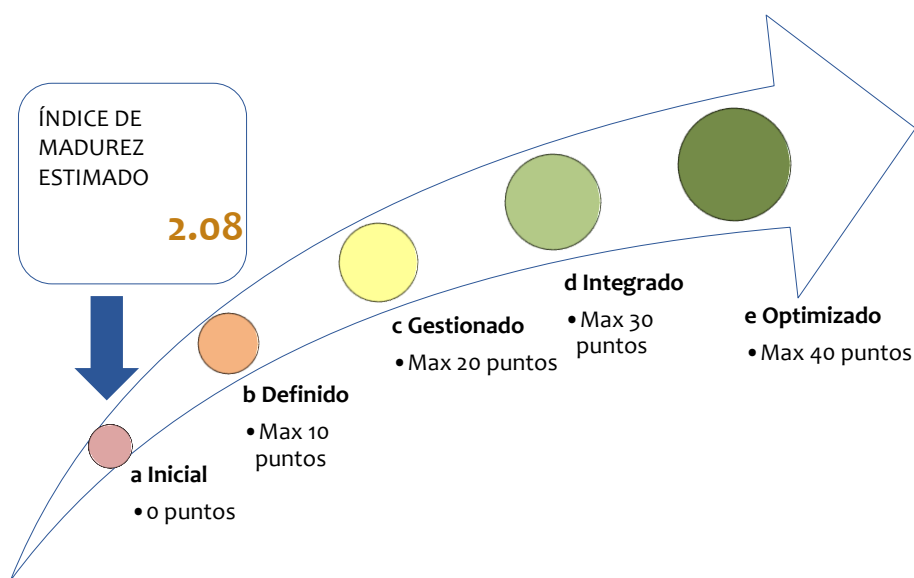


Figura 41. Índice de Madurez BIM (BIM Excellence, 2016)

De los formularios diligenciados, se determina que el área relacionada con red fue la mejor calificada, mientras que las otras áreas en su mayoría fueron calificadas en un nivel inicial, lo que permite concluir que la clasificación de la organización en un nivel cero (0) de madurez es acertada. Queda en evidencia que se requiere especial atención en los procesos y políticas.

5.4 Evaluación de la inversión

Para la evaluación de este aspecto se realiza la formulación de la propuesta del plan de implementación, con el fin de determinar las actividades necesarias y formular los tiempos y recursos necesarios para su ejecución. En tal sentido, se realiza la evaluación de los costos iniciales y los asociados al mantenimiento de la metodología.

El primer aspecto que se valoró es el recurso humano que se dedicará a la labor de implementación. En tal sentido, se toma como referencia lo establecido por en la guía inicial para implementar BIM en las organizaciones (BIM forum Chile, 2017), en donde establecen los perfiles BIM requeridos:

- Director BIM
- Gerente de Proyectos BIM
- Revisor BIM
- Coordinador BIM
- Modelador BIM
- Gestor de Operaciones BIM

Dado que la asignación salarial de los funcionarios de la organización no se realiza por el cargo sino por el grado que ostenta al interior de la jerarquía, se asignan rangos para la ocupación de los

perfiles según los grados. Con lo anterior y con la asignación de los tiempos previstos en las fases de implementación, se estima que, en 30 meses, se requerirá una inversión de \$ 2,293 millones para el recurso humano, no siendo adicional, considerando que se asume un modelo en el cual el grupo de funcionarios es capacitado. La anterior cifra incluye los ajustes por incremento en salario, proyectadas con base en datos históricos tomados de los 5 años anteriores, según reportes de la Caja de Sueldos de Retiro de las Fuerzas Militares.

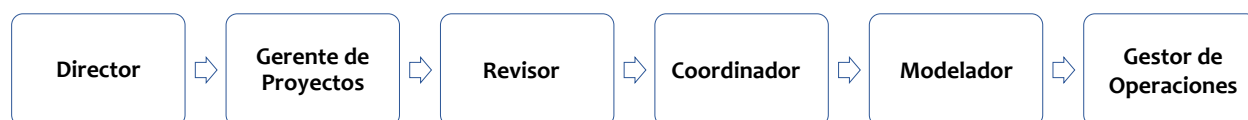


Figura 42. Perfiles BIM asignados para revisión de costos de personal (BIM Forum Chile, 2017)

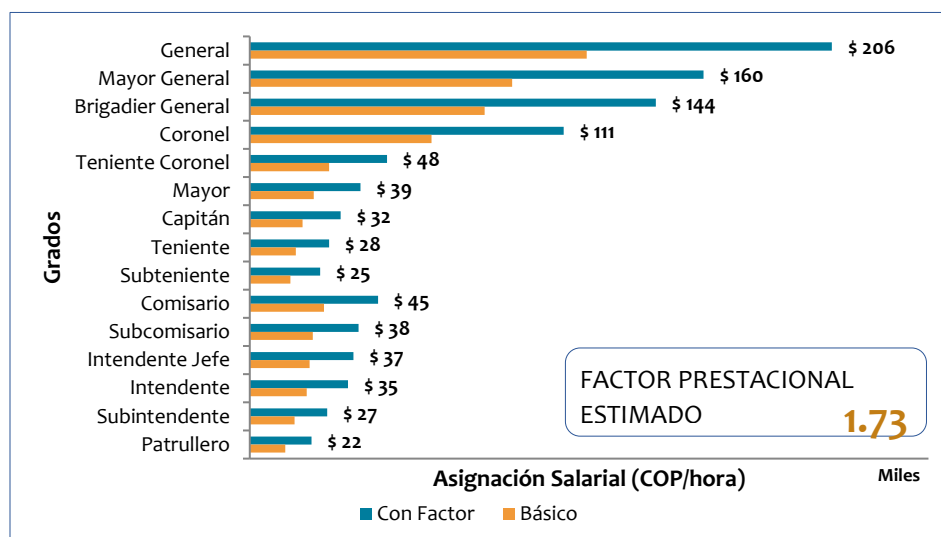


Figura 43. Asignación salarial estimada (Decreto 324, 2018)

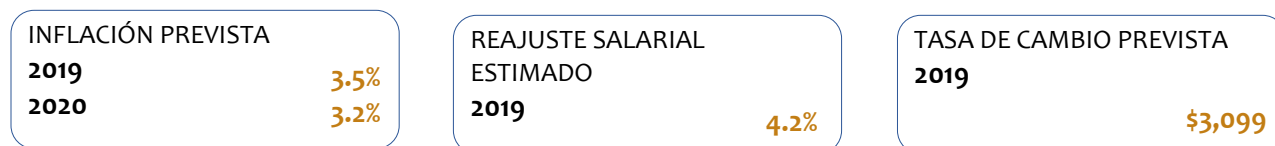


Figura 44 Variables utilizadas en el estudio (Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, 2019. Caja de Retiro de las Fuerzas Militares, 2019)

En lo que respecta a costos de capacitación, se efectúa la valoración de diversos centros educativos que ofrecen planes de estudios relacionados con el tema, con lo cual se determinó que el valor aproximado requerido es de \$143 millones (COP), ajustándose a las necesidades del personal de la organización. Para este componente de igual forma se hacen ajustes correspondientes a índices inflacionarios estimados para los siguientes años.

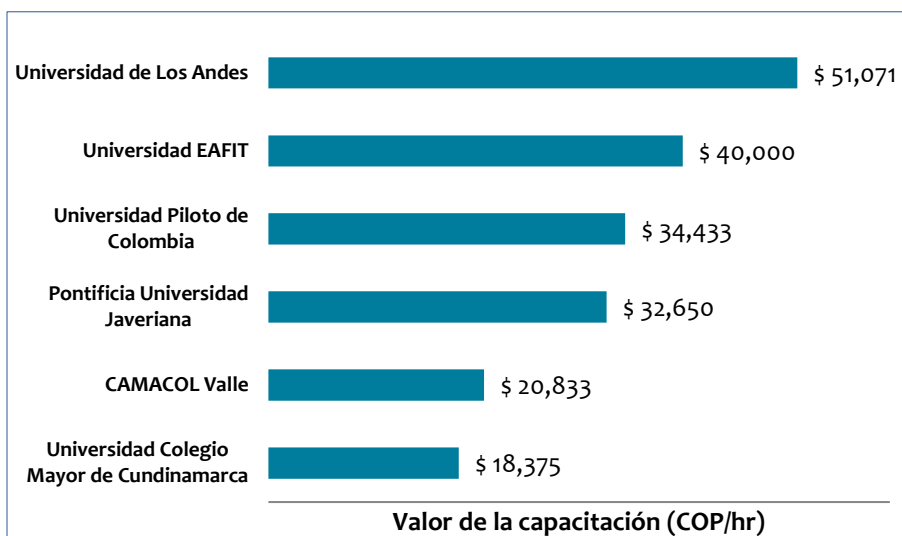


Figura 45. Valores estimados de capacitación para 2018

Por su parte, se realiza la estimación para la adquisición de nuevo software que asciende a \$250 millones (COP), con el cual se espera suplir la necesidad en las etapas iniciales de implementación, entre tanto se realiza la evaluación correspondiente.

El área en la actualidad cuenta con 64 unidades de equipos de hardware, que tiene un valor estimado en \$ 327 millones (COP), lo cual evidencia que la organización posee una base importante para el desarrollo de sus actividades, actuales y de cara a la posible implementación. De igual manera se estiman los costos aproximados correspondientes la adquisición de nuevos equipos de cómputo, además a los centros de datos que ascienden a \$256 millones (COP).

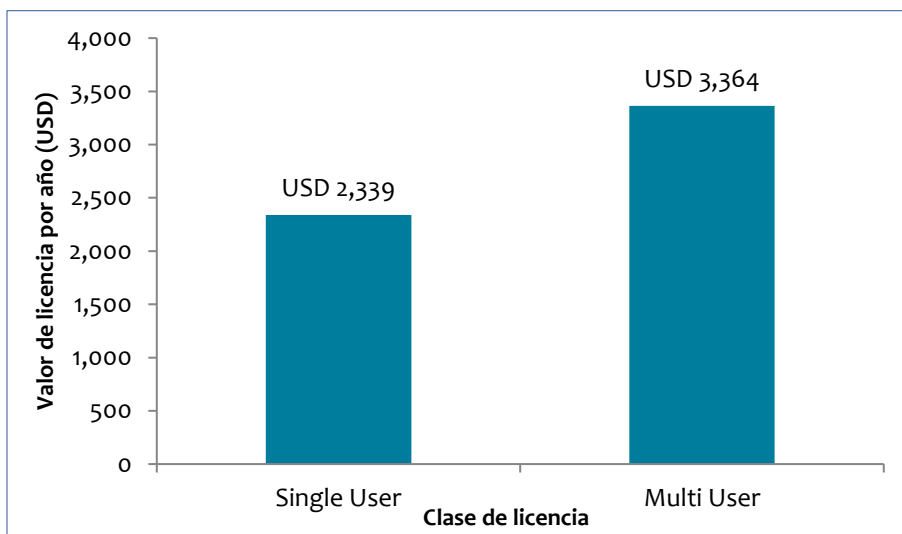


Figura 46. Valores estimados de licencias de software Autodesk® para 2018

En lo que respecta a mantenimiento del plan, se tienen en cuenta varios aspectos como renovación de licencias, mantenimiento de equipos de cómputo y capacitación adicional, que puede ascender a \$67 millones (COP) para los 30 meses estimados para el plan. Posteriormente se deberá evaluar los costos anuales de mantenimiento.

Así las cosas, el siguiente fue el flujo de inversiones estimado para el desarrollo de la implementación en la organización:

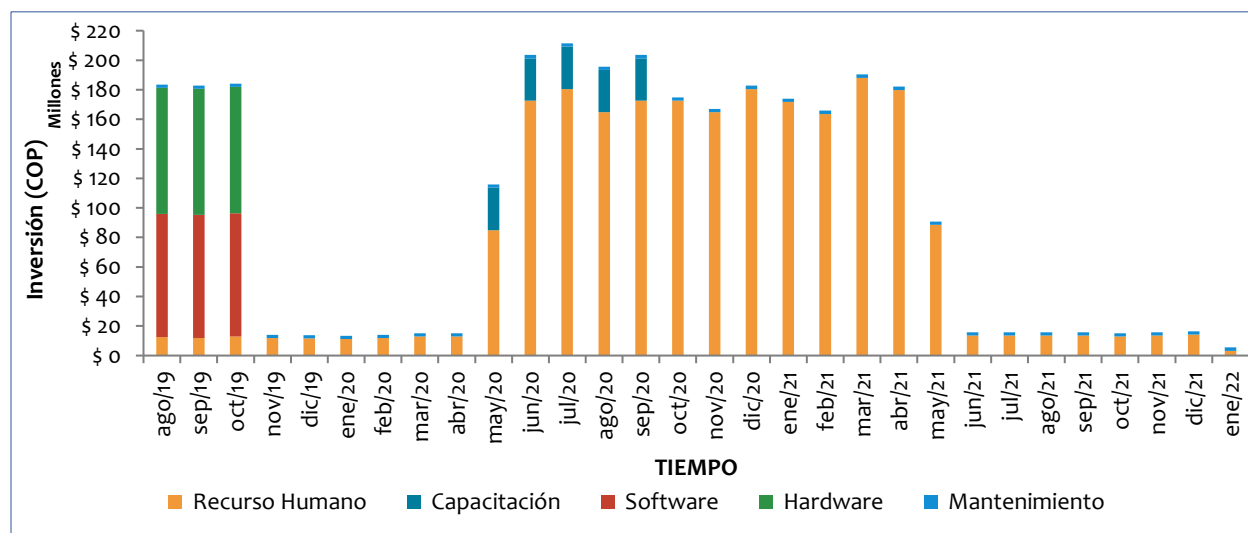


Figura 47. Flujo de inversiones del plan de implementación BIM

El siguiente es el resumen correspondiente a los costos estimados para la implementación en el tiempo estimado:



Figura 48. Resumen de inversiones previstas y tiempo para implementación BIM

Para efectos del cálculo del retorno de la inversión, se tomó como referencia el modelo planteado por Autodesk®, como se describió en el capítulo de metodología, en donde se estimó el valor del ROI para el primer año de implementación.

De la aplicación de la formulación propuesta se encuentran los siguientes resultados:

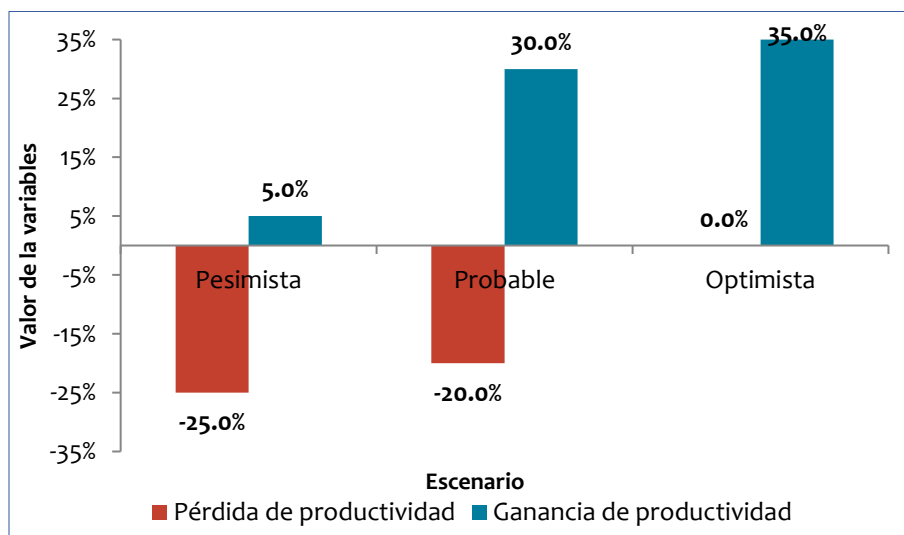


Figura 49. Variables utilizadas en el modelo para el cálculo del ROI

Tabla 6. Resumen de retorno de la inversión

VARIABLE ¹	ESCENARIO		
	Pesimista	Probable	Optimista
A	USD 163,481		
B	USD 24,663		
C	5 meses		
D	-25%	-20%	0%
E	5%	30%	35%
ROI	4.2%	21.2%	27.4%

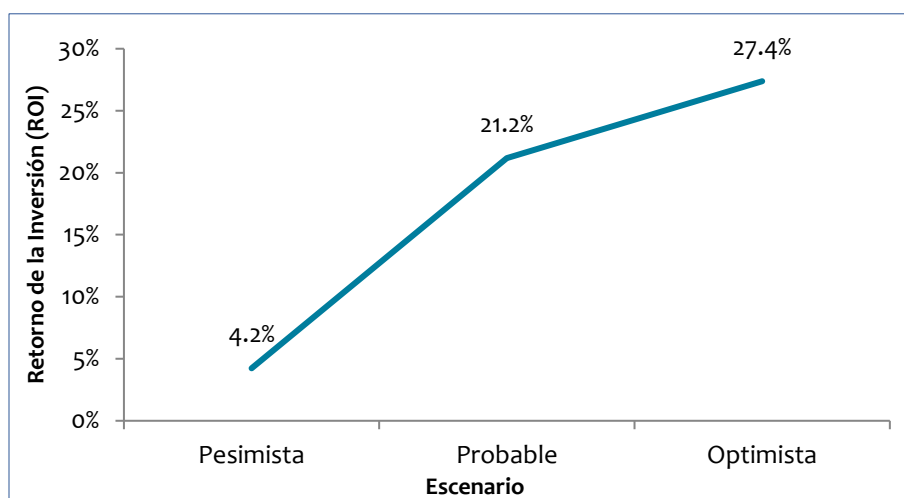


Figura 50. ROI según escenario planteado

Con esto se encuentra que en una proyección a 5 años, el siguiente puede ser el beneficio previsto por año:

¹ Variables del modelo planteado por Autodesk® (Reizgevičius et al., 2018)

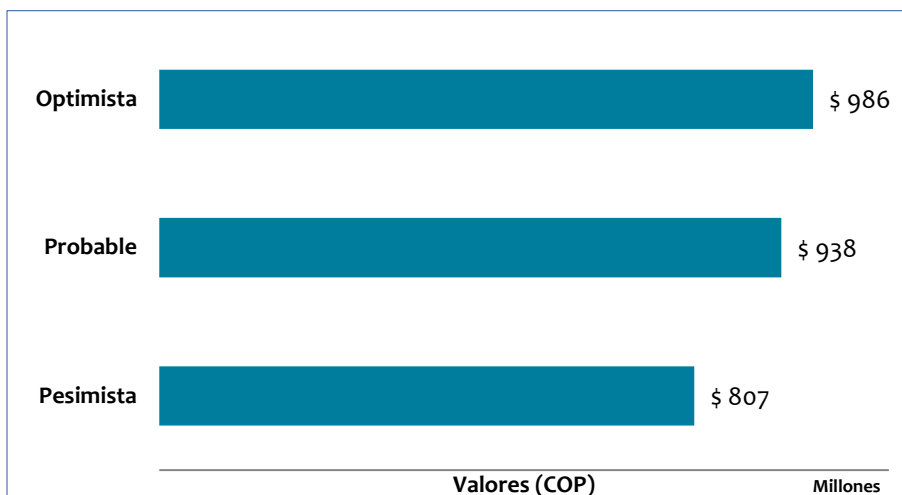


Figura 51. Proyección de beneficio por año para 5 años según escenario de ROI

De igual forma se estructura el flujo de caja correspondiente a 10 años, de la siguiente manera:

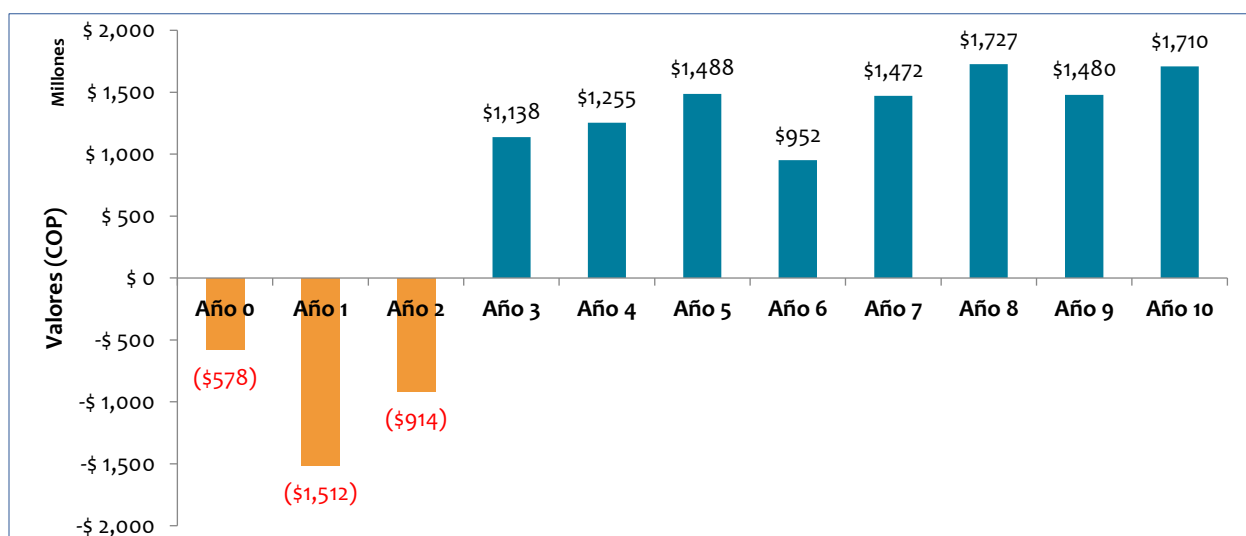


Figura 52. Flujo de caja con beneficio previsto a 10 años

El anterior flujo de caja se construye a partir de la consulta realizada a contratos ejecutados por la organización, que se encuentren liquidados, y sobre los cuales fue necesario realizar alguna adición presupuestal. De esta revisión se concluye que de los contratos revisados, el mínimo correspondió a una adición del 3.58% del valor inicial del contrato, el 19.39% al valor promedio y el 28.37% al valor máximo.

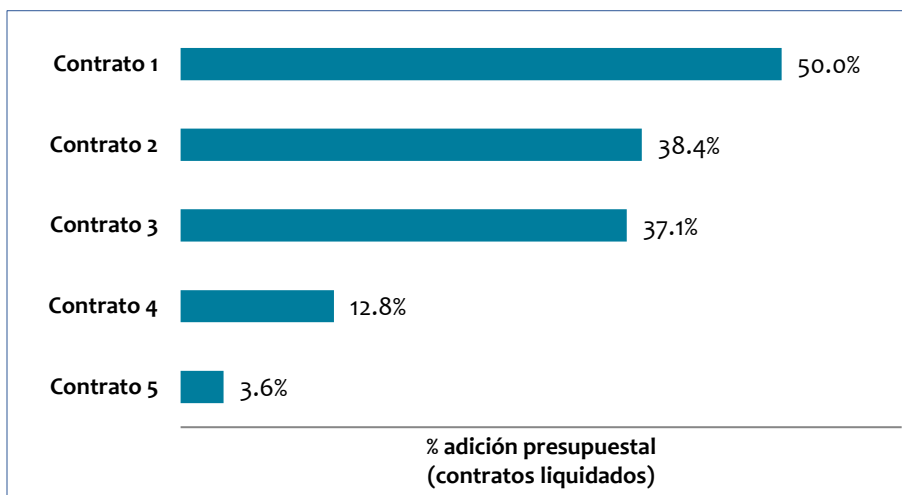


Figura 53. Evaluación de contratos adicionados en la organización (SECOPII, 2019).

Con lo anterior, se supone que al quinto año de implementación, solo por concepto de ahorro en adiciones presupuestales, se alcanzará un VPN igual a cero, siendo necesario lograr un beneficio de ahorro en la adición mínima (del 3,58%), sobre la totalidad de la partida presupuestal de inversión para 2019 de \$156,182 millones (COP), de 40.85%. Así las cosas, con este beneficio se alcanzarían los siguientes valores:

Tabla 7. Resumen de VPN y TIR para alcanzar un porcentaje del beneficio mínimo

Año	VPN	TIR
3	-1,855.9	-42.4%
4	-966.9	-9.0%
5	0.0	9.0%
6	567.9	15.4%
7	1,372.9	21.5%
8	2,239.8	25.8%
9	6,507.5	28.1%
10	8,217.2	29.8%

Lo anterior supone una tasa de descuento social del 9%, fijada para Colombia por el Departamento Nacional de Planeación para proyectos sociales (Piraquive Galeano, Matamoros Cárdenas, Céspedes Rangel, & Rodríguez Chacón, 2018)

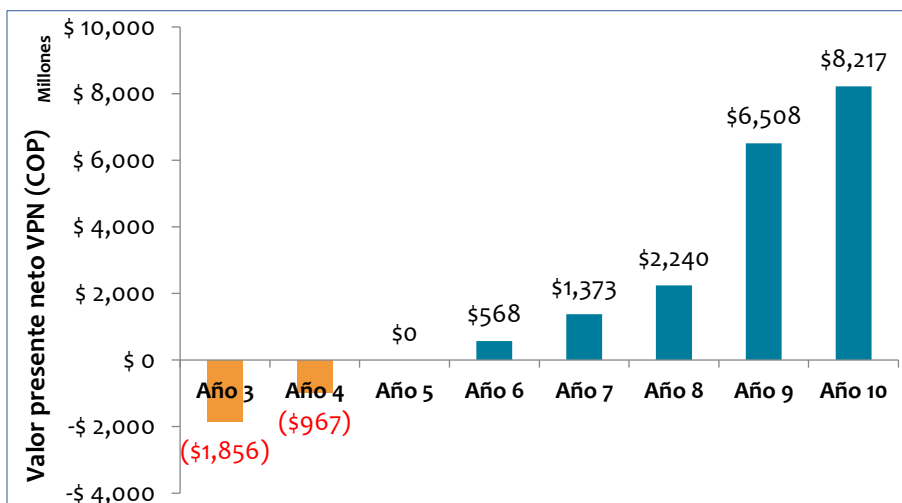


Figura 54. Valor presente neto

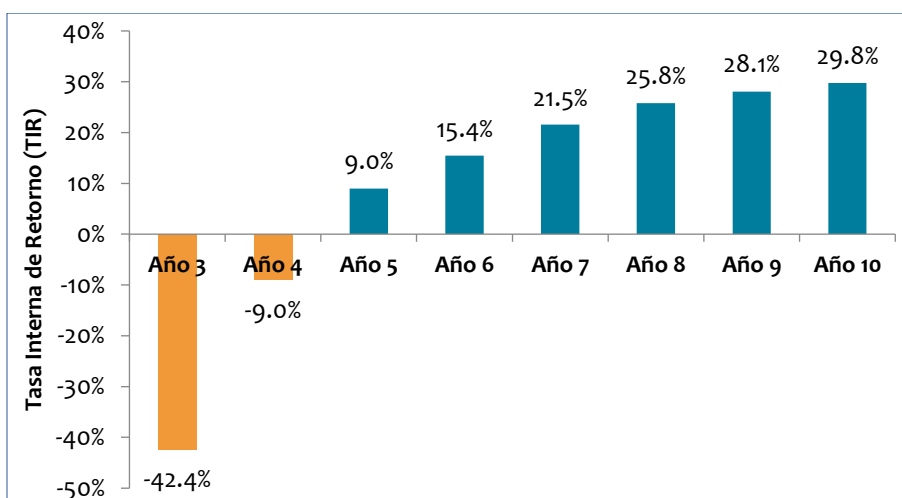


Figura 55. Tasa interna de retorno

5.4.1 Propuesta de Plan de Implementación BIM (BIP)

De las herramientas identificadas y conforme a las necesidades de la organización se plantea un BIP con tres fases: previa, de implementación y posterior.

La anterior propuesta se encuentra adaptada del estudio presentado por (Ahmad, Demian, & Price, 2012), en donde se desarrolla realiza un estudio de diversos planes de implementación, determinando algunos aspectos de relevancia o comunes que permiten realizar hasta cierto punto, la estandarización de planes.

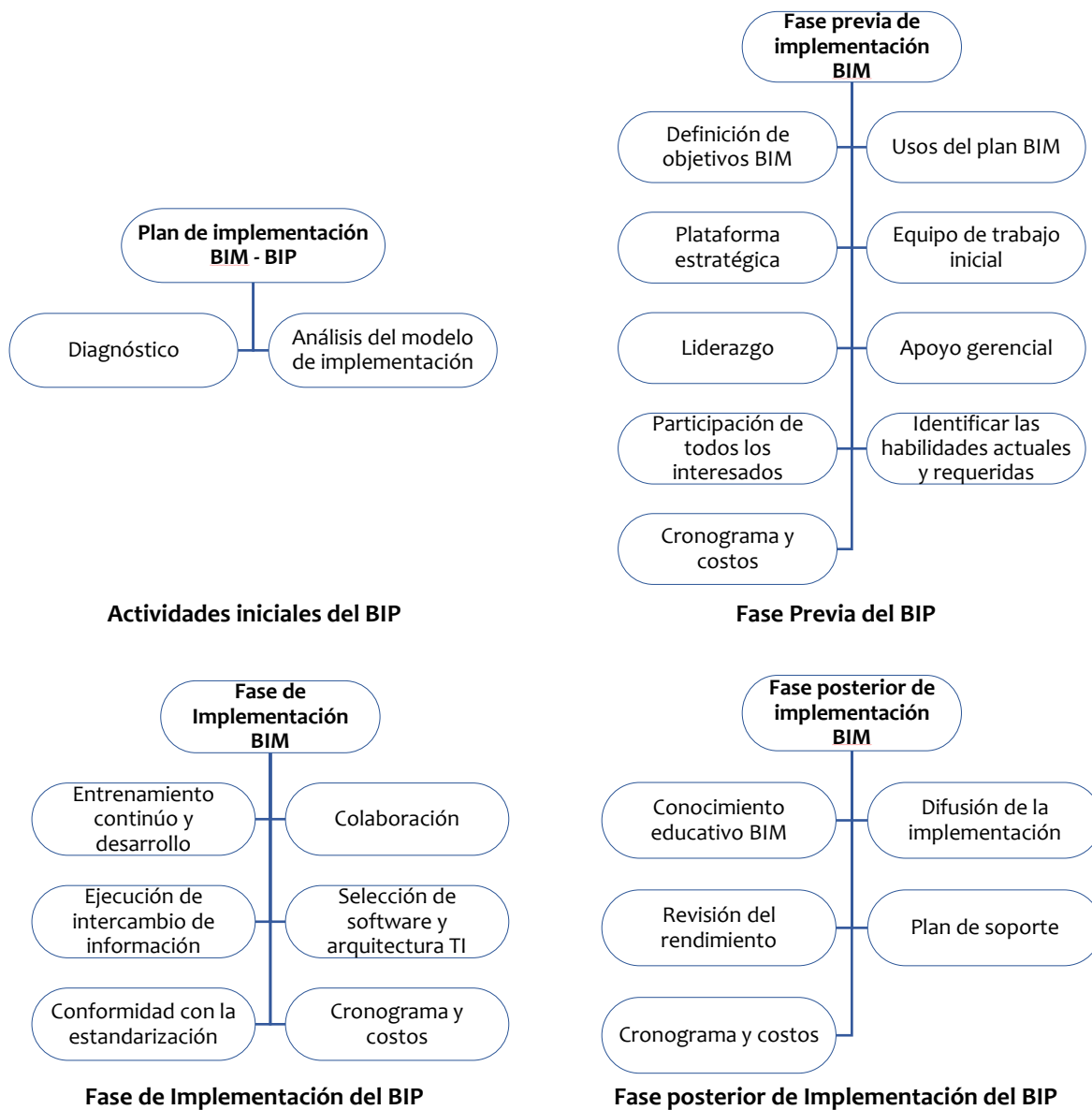


Figura 56. Estructura general del plan de implementación

El anterior esquema de trabajo se complementa con otras propuestas de los autores estudiados en la revisión de estándares BIM.

Con las anteriores fases propuestas, y tomando como referencia la metodología propuesta en la red social BIMCommunity, se efectuaron los procedimientos anteriormente indicados, con el fin de

realizar mediciones específicas, como ya se describió, determinando los siguientes aspectos particulares que engloban el plan concebido (BIMCommunity, 2018):

5.4.2 Modelo de implementación

Se trata de un modelo en el cual se inducirá la transformación del equipo existente en la práctica integrada de la metodología BIM, por cuanto las características presupuestales de la organización no permiten que se realice la contratación inmediata de un nuevo equipo de profesionales que realice la implementación. Es viable revisar en la fase posterior cual es el comportamiento de este modelo, con el fin de terminar la viabilidad de nuevas contrataciones.

5.4.3 Fases de implementación

Son las arriba descritas, que comprenden de manera más general las siguientes, en un tiempo previsto de 30 meses:

- Fase 1: capacitación, construcción de perfiles BIM con roles, responsabilidades y requerimientos.
- Fase 2: procesos que serán impactados.
- Fase 3: proyectos piloto y medición con indicadores (BIMCommunity, 2018).

5.4.4 Propuesta de software y arquitectura TI integrando tecnología BIM

Se evaluó la realización del mantenimiento, adaptación o adquisición de equipos informáticos, al igual que el mantenimiento, adaptación o adquisición de redes, servidores. Es posible que se requiera la propuesta de almacenamiento, comunicación y servicios en la nube, aunque se evidencia que la organización cuenta con amplios recursos de este tipo (BIMCommunity, 2018).

En aspectos relacionados con el software, es importante evaluar la infrautilización de licencias y la adquisición de nuevas licencias (BIMCommunity, 2018).

5.5 Presentación a la alta gerencia de la organización

La presentación se realizó mediante los documentos previstos por la organización en su doctrina institucional. Para lo anterior se parte de la evaluación de la alineación estratégica de las políticas vigentes, para lo cual se encontró que desde el plan nacional de desarrollo que se tramitaba en el momento de elaboración del presente estudio, contempla algunas políticas que serían impactadas con la implementación de BIM. Lo propio se realizó con las políticas sectoriales y el mapa estratégico institucional, llevando como resultado a que el plan de implementación propuesto se alinea con las políticas, estableciendo su carácter dinámico, para el cual se deben prever los instrumentos de control de cambios para gestionar las posibles modificaciones.

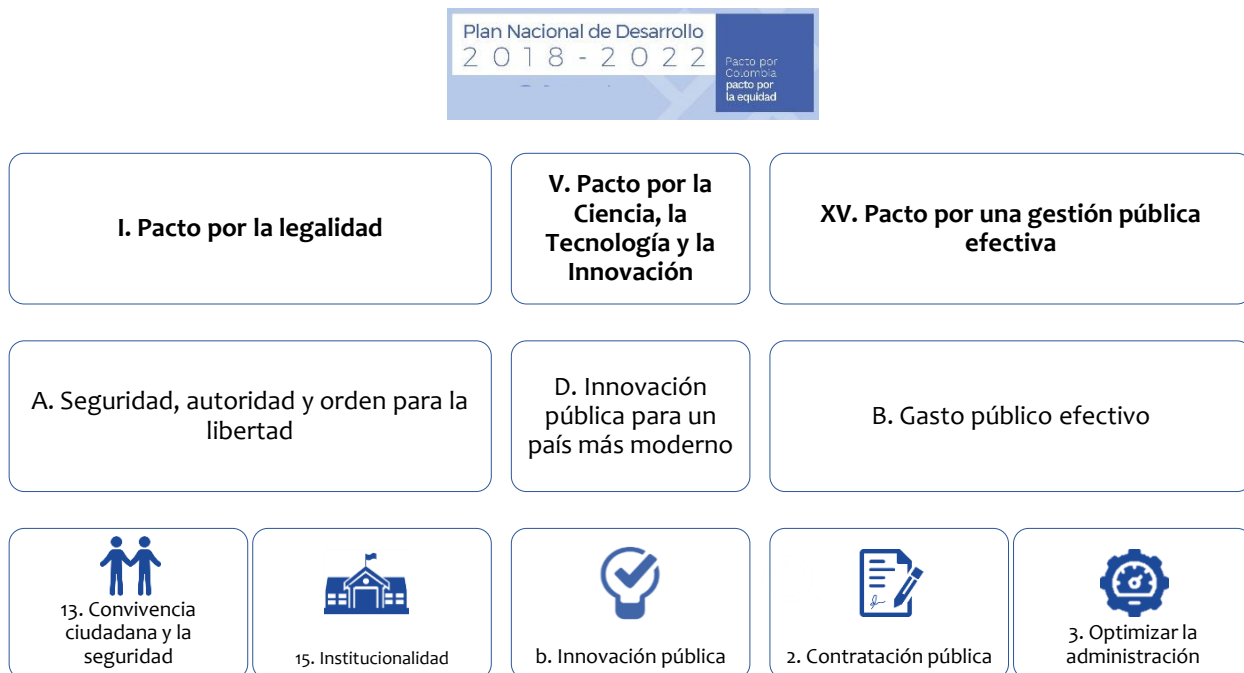


Figura 57. Evaluación de políticas impactadas con el BIP en el plan nacional de desarrollo 2018 – 2022

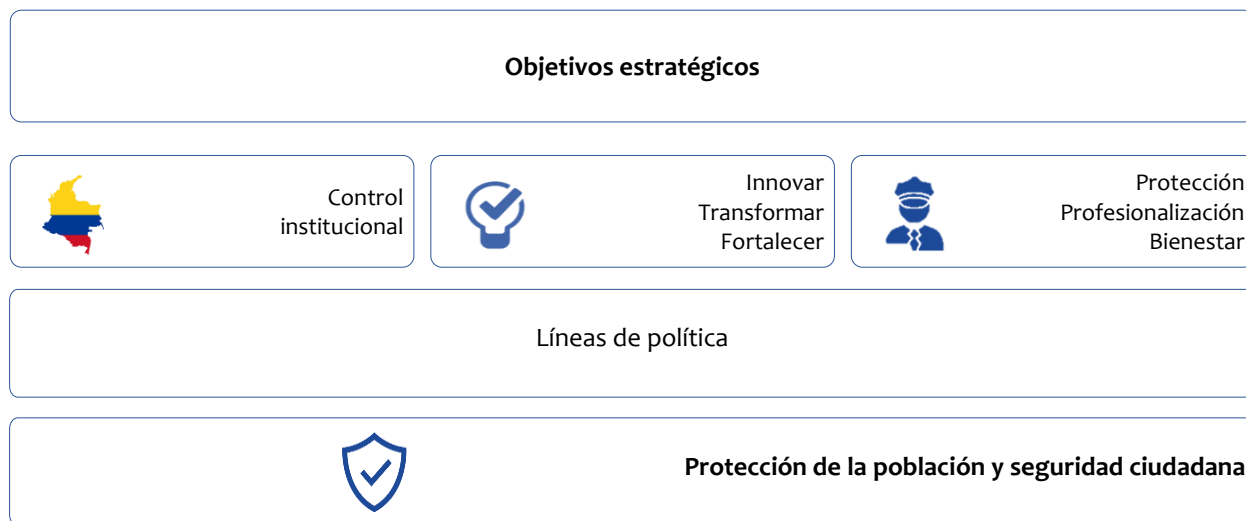


Figura 58. Evaluación de política de defensa y seguridad – PDS
(Ministerio de Defensa Nacional, enero de 2019)

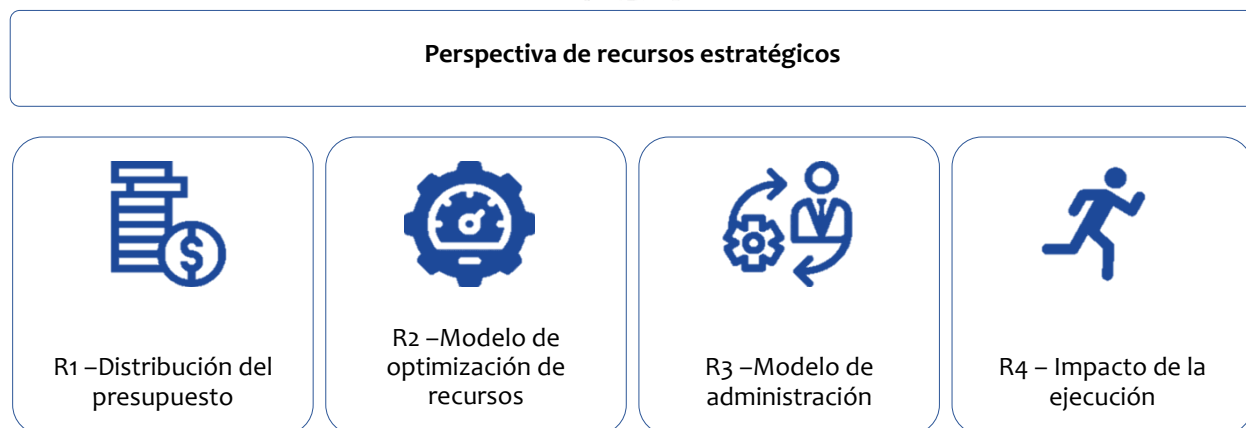


Figura 59. Evaluación de política en el mapa Estratégico Institucional
(Resolución No. 00003 de 2019)

Por su parte, se elaboraron los documentos principales para presentación de la propuesta a la organización, según la estructura prevista en los documentos de doctrina institucional.

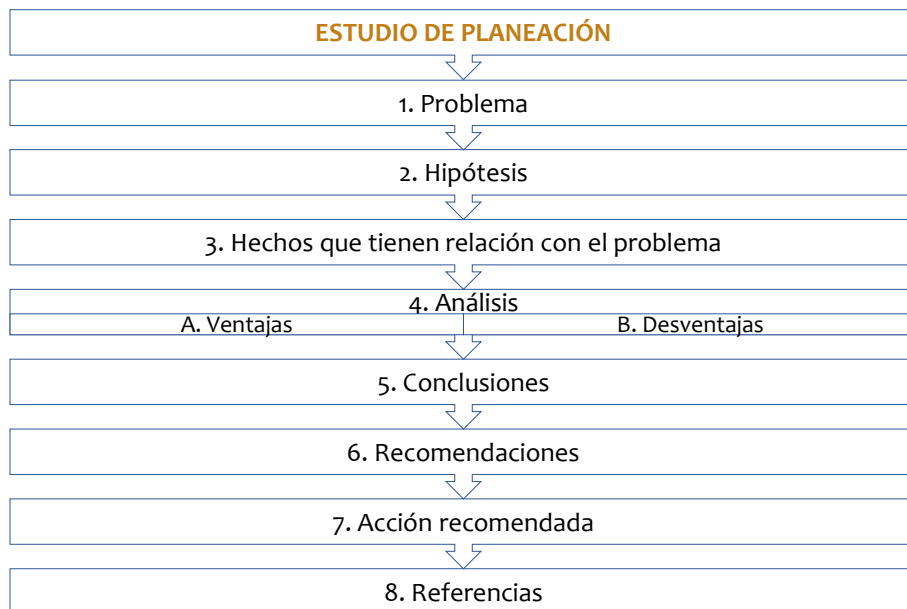


Figura 60. Estructura general del estudio de planeación

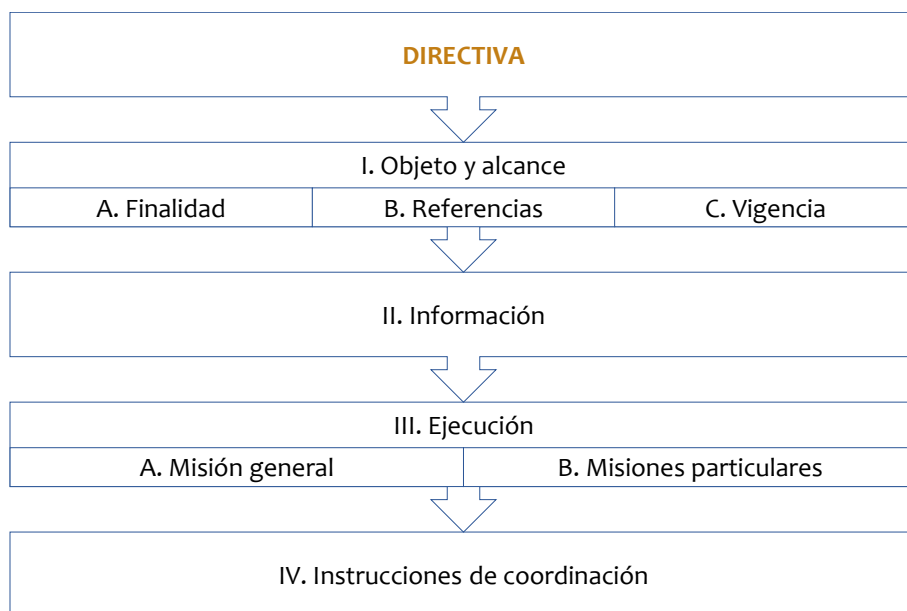


Figura 61. Estructura general de la directiva

A continuación se presenta el resumen general con los resultados de la presente investigación:

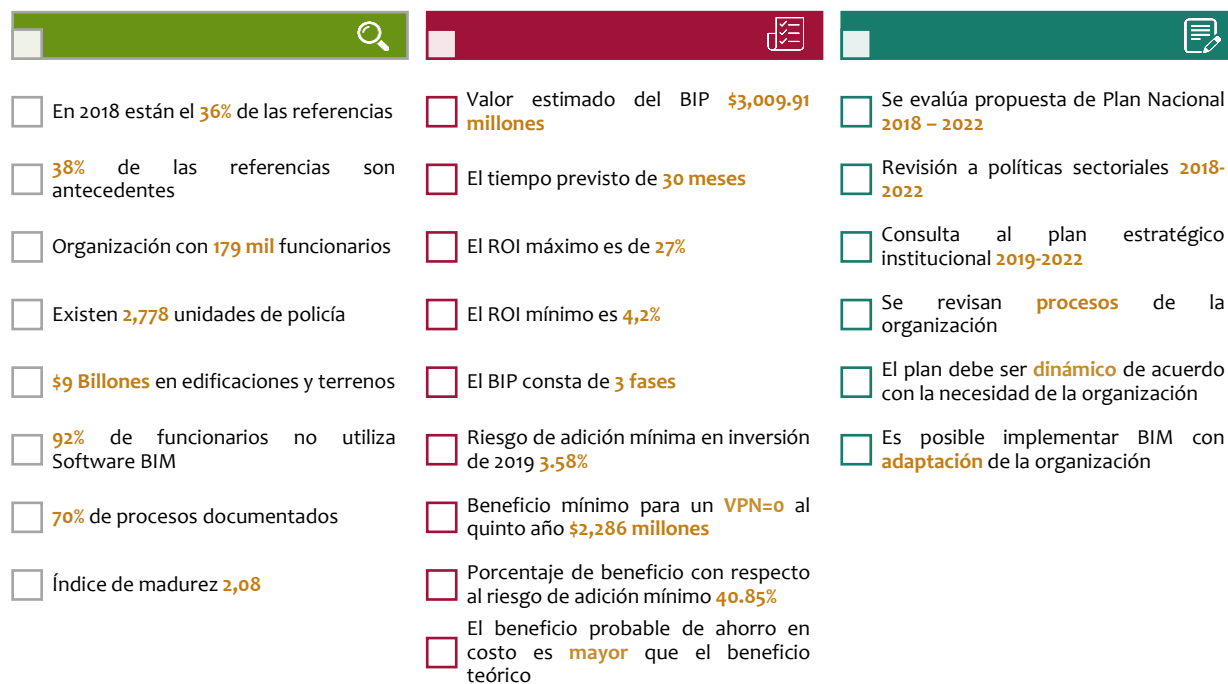


Figura 62. Resumen de resultados

6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados encontrados que desde diversas aristas pretendió evaluar el impacto ante una posible implementación en una organización pública en Colombia, deja de manifiesto que si bien existen beneficios importantes, también persisten barreras que deberán ser estudiadas con mayor detalle a medida que la organización vaya incursionando en BIM.

En términos de regulación y normatividad vigente, con el presente estudio se logró establecer que existen algunas iniciativas públicas que impactan la gestión de los proyectos, pero no hay acciones concretas que permitan alcanzar los beneficios comprobados con BIM. (Flórez Domínguez & García Murillo, 2018), encontraron resultados con una encuesta, evidenciando el bajo nivel de conocimiento sobre la metodología BIM, posiblemente debido a la falta de exigencia de uso de metodologías avanzadas de gestión como lo es BIM y el atraso en solicitudes respecto a cómo presentar los proyectos en entidades públicas. De igual forma hay vacíos normativos para la regulación legal con respecto a la implementación BIM. (Alsina Saltarén et al., 2018) indican que BIM se presenta como una nueva y mejor manera de diseñar, contratar, construir, operar y mantener proyectos de infraestructura, demostrando la necesidad de la participación del sector público, definiendo sus funciones como pionero, líder, regulador, educador, financiador, demostrador o investigador. En el estudio realizado por (Bosch-Sijtsema & Gluch, 2019) muestra que para BIM no es la tecnología en sí misma la que provoca un cambio institucional, sino las prácticas de trabajo revisadas en términos de interrelaciones entre diferentes partes. De todo lo anterior se confirma que la regulación tiene un componente trascendental para garantizar la adecuada implementación.

En lo que respecta a barreras para la implementación, los resultados sugieren que una parte fundamental corresponde la necesidad de inversión para capacitación de los servidores públicos. (Flórez Domínguez & García Murillo, 2018) indican que la falta de uso de nuevas tecnologías y

actualizaciones se ven afectados por los costos que podría incurrir una empresa en capacitaciones, compra de licencias de programas y de equipos con especificaciones que los resistan. (Alsina Saltarén et al., 2018), manifiestan que los actores de BIM son, por lo tanto, agentes intencionados en la difusión de la gestión de BIM a través de la promoción, capacitación, información, creación de nuevas descripciones de roles, áreas de responsabilidad y desarrollo de la educación interna en varias de las compañías de casos, así como en el desarrollo de nuevas prácticas digitales dentro de proyectos de construcción.

El componente de cultura organizacional es trascendental para garantizar la implementación, destacando que para este caso de estudio se plantea adaptabilidad de la organización, con la participación de otros sectores. (Flórez Domínguez & García Murillo, 2018) muestran es importante que para la implementación obligatoria liderada por el Estado, se hagan alianzas con el sector privado quienes han tenido un mayor avance al respecto y son conocedores y testigos de los grandes beneficios. (Alsina Saltarén et al., 2018) manifiestan que la hoja de ruta se centra en la necesidad de crear un trabajo multidisciplinario e integrado entre los diferentes actores de la industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción, tanto en el sector privado como en el público.

Para la propuesta presentada, si bien se sugiere realizar algunos cambios en los procesos adelantados, no es viable realizar cambios de fondo, como la forma de inscripción de los proyectos. En su investigación (Flórez Domínguez & García Murillo, 2018), indican que su propuesta de estándar es un complemento a la Metodología General Avanzada (MGA) la cual es exigida en proyectos que serán financiados con recursos públicos.

Con la comparación de diferentes planes de implementación (Ahmad et al., 2012), se establece que existen algunos aspectos que son comunes en estos planes y que sirven de referencia para adelantar el plan, con complemento de otros trabajos, con guías según (Kumar, 2015) y (The Computer

Integrated Construction Research The Pennsylvania State University, 2010), que determinan la necesidad de generar procesos para alcanzar los objetivos BIM de la organización.

Según el estudio de (Alsina Saltarén et al., 2018), en Colombia, la implementación de BIM está en sus primeras etapas de madurez, ya que su uso es solo de carácter privado, en su mayoría para proyectos de construcción, mientras que en el campo de proyectos de infraestructura, BIM es prácticamente desconocido.

En tal sentido, es sensato pensar que habiéndose desarrollado este tipo de trabajos, para el caso de la organización pública estudiada, es posible verificar las condiciones necesarias para que en su interior se adelante la implementación, para lo cual se propone partir de un plan, el cual debe ser dinámico según las condiciones del entorno.

Es viable desarrollar más investigación en torno a la adaptabilidad de las organizaciones para implementación de la metodología, evaluación del retorno de la inversión y análisis de madurez BIM.

7 CONCLUSIONES

El propósito de esta investigación fue elaborar una propuesta a una organización del sector público en Colombia, para implementar BIM en la gestión de la nueva infraestructura necesaria para el desempeño de sus actividades propias, para lo cual se adelantó una revisión de literatura encaminada a conocer las herramientas más convenientes para lograr dicha implementación, estructurando el plan correspondiente, evaluando diversos aspectos financieros, el potencial retorno de la inversión y revisando la alineación estratégica con las políticas públicas, para la presentación de la propuesta a la organización.

Se encuentra que derivado de la tendencia de cambio tecnológico que infiere la metodología BIM, una parte importante de la literatura revisada se produjo en los últimos años, reportando experiencias relacionadas con antecedentes de uso en otras organizaciones. De igual forma existe un cúmulo importante de mandatos y guías que determinan la hoja de ruta trazada para la posible implementación y que pudiera apoyar a la organización en su propio desarrollo.

Se encuentra que la magnitud de la organización en cuanto a cantidad de funcionarios y tiempo de existencia es considerable. Como parte del estado colombiano, cuenta con un presupuesto importante de funcionamiento y de inversión en infraestructura para apoyar los objetivos estratégicos de su misión fundamental. En tal sentido, utilizando métodos conocidos, se clasifica a la organización con un nivel definido de madurez BIM (posiblemente nivel cero dentro de los estándares del Reino Unido), con un potencial importante para continuar con el crecimiento de dicha madurez.

La posible implementación BIM, tomaría cerca de 30 meses, con un costo estimado de \$3,010 millones (COP). Se esperaría que los beneficios, partiendo de algunos supuestos en cuanto a ahorros en costos de ejecución de proyectos, se vieran reflejados a partir del quinto año de implementación.

Para un escenario probable de retorno de la inversión, se esperaría un valor cercano al 21.2%, lo cual se traduce en \$938 millones (COP) de beneficio por año. Realizando una estimación con respecto a proyectos ejecutados, evaluando el potencial impacto de posibles adiciones presupuestales, se estimó un valor mínimo de 3,58% de adición al contrato inicial. Asumiendo un VPN igual a cero en el quinto año con la implementación, se requería realizar alcanzar el 40.85% de ese beneficio mínimo, lo que indica que es factible para la organización, solo planteando ahorros de una fracción de las potenciales adiciones presupuestales, alcanzar algún beneficio, sin olvidar que existen otros beneficios a los cuales es viable acceder.

Se planteó el desarrollo de un plan de implementación que abarque diversos aspectos, en tres fases diferentes.

El presente trabajo coincide con el cambio de gobierno nacional, con el cual cursa el trámite el Plan Nacional de Desarrollo 2018–2022, siendo evaluado la pertinencia de la presente propuesta de implementación y como se alinea con los objetivos estratégicos de todo el sector al cual pertenece la organización y a su mapa estratégico propio. De lo anterior se infiere que es posible proponer la implementación, por cuanto apunta al fortalecimiento de la gestión administrativa, la innovación y el despliegue de estrategias de seguridad y convivencia ciudadana.

Ante la implementación de BIM en la organización, se determina que no es suficiente con la incorporación o mejoramiento de aspectos tecnológicos, sino que también es fundamental adelantar los cambios necesarios en los procesos e involucrar a todos los actores de la organización, cuyo aporte es trascendental para la obtención de buenos resultados en la implementación. En este sentido, se recomienda centrar la atención en la capacitación del personal y posterior a esto, garantizar la continuidad de este para evitar reprocesos en la curva de aprendizaje.

Por otra parte, en vista que se adelantan iniciativas nacionales para acoger BIM en los proyectos de construcción, la organización debe entablar diálogo directo con quienes lideran estas

iniciativas, a fin de alinear los esfuerzos en una sola dirección. De igual forma este es un referente importante, que permite estimar la conveniencia para todo el sector público en Colombia, a fin de mejorar la gestión de los proyectos.

La importancia del presente estudio para el conocimiento de BIM, radica en el hecho de demostrar que en grandes organizaciones de carácter público, también es posible adelantar la implementación, y que pese no contar con mandatos propios de índole nacional, que rijan para el sector público o privado, el estado de conocimiento actual de BIM, permite acceder a información importante para establecer que es posible dar aplicabilidad a la metodología en este entorno.

Dada la necesidad de mejorar la gestión de proyectos en territorio colombiano, es imperativo evaluar el impacto de la implementación BIM en el sector público y como se pueden aprovechar todas las iniciativas de carácter privado. De igual manera, antes de realizar las inversiones necesarias, es fundamental evaluar con mayor profundidad el potencial retorno de la inversión y determinar métodos que permitan estimar y medir los beneficios de BIM en la gestión de proyectos.

El presente trabajo se encuentra circunscrito una organización del sector público, dedicada a la seguridad y convivencia ciudadana en el territorio colombiano, para los proyectos futuros que se adelanten. Por esto existen limitaciones para aplicabilidad de las metodologías propuestas y posibles resultados, que pueden variar de acuerdo con la naturaleza de la organización que se desee estudiar o en las condiciones que se busque replicar.

Finalmente, con respecto al supuesto que la organización se encuentra en capacidad de adoptar la metodología BIM para la gestión de los nuevos proyectos de infraestructura, se determina que es válida por cuanto se cuenta con una infraestructura básica para la implementación y con la adaptación de algunos aspectos de carácter organizacional, es viable continuar con el crecimiento en términos de madurez BIM.

8 REFERENCIAS

- 2aCAD Global Group. (2019). Ciclo de vida de la edificación con la AEC collection. Retrieved from <https://www.2acad.es/ciclo-de-vida-de-la-edificacion-con-la-aec-collection/>
- Abanda, F. H., Vidalakis, C., Oti, A. H., & Tah, J. H. M. (2015). A critical analysis of Building Information Modelling systems used in construction projects. *Advances in Engineering Software*, 90, 183–201. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2015.08.009>
- AEC (UK) Initiative. (2015). AEC (UK) BIM Technology Protocol. Retrieved from <https://aecuk.files.wordpress.com/2015/06/aecukbimtechnologyprotocol-v2-1-1-201506022.pdf>
- Ahmad, A. M., Demian, P., & Price, A. D. F. (2012). *BIM implementation plans: a comparative analysis*. 33,42. Edinburgh, UK: 28th Annual ARCOM Conference.
- Alsina Saltarén, S., Gutierrez Buchelí, L., Ponz Tienda, J. L., & Sierra Aparicio, M. (2018). Implementation of BIM in infrastructure: the need to address it from the public sector = Implementación de BIM en infraestructura: la necesidad de abordarlo desde el sector público. *Building & Management*, 2(3), 62–72. <https://doi.org/10.20868/bma.2018.3.3843>
- ARCADIS. (2019). *BIM according to ARCADIS*. Retrieved from https://images.arcadis.com/media/5/F/2/%7B5F298123-F67E-4CAD-A01C-03A9C1CoCCFE%7DBIM_According_to_Arcadis_Asia_001.pdf
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución política de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia.
- BIM Excellence. (2016). Matriz de madurez BIM V 1.22. Retrieved from <http://bimexcellence.org/files/301in.ES-Matriz-de-Madurez-BIM.pdf>
- BIM forum Chile. (2017). BIM forum Chile. Retrieved from <http://www.bimforum.cl/>
- BIM Forum Chile. (2017). GUÍA INICIAL PARA IMPLEMENTAR BIM EN LAS ORGANIZACIONES. Retrieved from <http://www.bimforum.cl/wp-content/uploads/2017/07/Guía-inicial-para-implementar-BIM-en-las-organizaciones-versión-imprenta.pdf>
- BIMCommunity. (2018). BIM methodology implementation plan. Retrieved from <https://www.bimcommunity.com/technical/load/444/bim-methodology-implementation-plan>
- Bosch-Sijtsema, P., & Gluch, P. (2019). Challenging construction project management institutions: the role and agency of BIM actors. *International Journal of Construction Management*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1602585>
- Botero, L. F., Isaza Pulido, J. A., & Vázquez Hernández, A. (2015). Estado de la práctica del BIM - Colombia 2015. *SIBRAGEC ELAGEC 2015*, p. 9. Sao Carlos /SP - Brasil.
- Bradley, A., Li, H., Lark, R., & Dunn, S. (2016). BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective. *Automation in Construction*, 71, 139–152. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2016.08.019>
- Bryde, D., Broquetas, M., & Marc Volm, J. (2013). The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31, 971–980.
- Buiab, N., Merschbrockb, C., & Munkvolda, B. E. (2016). A review of Building Information Modelling for construction in developing countries. *Procedia Engineering*, 164, 487–494.
- CADBIM3D. (2019). Plan de implantación de metodología BIM. Retrieved from

- <https://www.cadbim3d.com/2017/03/plan-de-implantacion-de-metodologia-bim.html>
- Campos Rodrigues, K., de Castro Mesquita, H., Canedo Eduardo, R., & Martins de Paula, H. (2017). Mapeamento sistemático de referências do uso do BIM na compatibilização de projetos na construção civil. *REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, 13(1), 219–239.
- Ciribini, A. L. C., Mastrolembro Ventura, S., & Paneroni, M. (2016). Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project. *Automation in Construction*, 71, 62–73. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.03.005>
- Colombia compra eficiente. (n.d.). Buscar Proceso de Contratación. Retrieved from 2019 website: <https://community.secop.gov.co/Public/Tendering/ContractNoticeManagement/Index?currentLanguage=es-CO&Page=login&Country=CO&SkinName=CCE>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES. (2009). *Documento CONPES 3615 - Iniciativa para la modernización y gestión de activos fijos públicos*. Bogotá, D.C.
- Contraloría General de la República. (2016). *Informe de auditoría Policía Nacional - PONAL vigencia 2015*. Retrieved from https://www.policia.gov.co/sites/default/files/descargables/informe-auditoria-cgr-2015.pdf_o.pdf
- Contraloría General de la República. (2018). *Informe final de auditoría financiera de la Policía Nacional*. Retrieved from <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/1102824/No+011+Oficio+comunicacion+Informe+Final++Financiero+Policia+Nacional.pdf/2bf10813-447e-4919-9edc-e1d53ce269dd?version=1.1>
- CREMIL. (2019). Caja de Retiro de las Fuerzas Militares. Retrieved from <https://www.cremil.gov.co/index.php?idcategoria=8852>
- Demian, P., & Walters, D. (2014). The advantages of information management through building information modelling. *Construction Management and Economics*, 32, 1153–1165.
- Departament for business, energy & industrial strategy. (2016). *BIM level 2*. Retrieved from <http://bim-level2.org/en/>
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2016). *Manual de estructura del Estado colombiano*. Retrieved from <http://www.funcionpublica.gov.co/manual-estructura-estado-colombiano>
- Diaz, P. M. (2016). Analysis of Benefits, Advantages and Challenges of Building Information Modelling in Construction Industry. *Journal of Advances in Civil Engineering*, 2, 1–11.
- Dodge Data & Analytics. (2017). *The Business Value of BIM for Infrastructure 2017 SmartMarket Report*. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/finance/us-fas-bim-infrastructure.pdf>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Espinosa, N. (2018). *Implementación del Mandato Nacional BIM de Chile*. Retrieved from https://camacol.co/sites/default/files/presentaciones_eventos/NicolásEspinosa.pdf
- EUBIM Task Group. (2016). Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector. In *EUBIM Task Group*. Retrieved from http://www.eubim.eu/downloads/EU_BIM_Task_Group_Handbook_FINAL.PDF
- EUBIM TaskGroup. (2016). *EUBIM TaskGroup*. Retrieved from <http://www.eubim.eu/>

- Flórez Domínguez, M. V., & García Murillo, C. L. (2018). *Propuesta de un estándar para implementar la metodología BIM en obras de edificación financiadas con recursos públicos en Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Forero Ramírez, S. (2018). *Transformación digital del sector de la construcción* (Cámara colombiana de la construcción CAMACOL, Ed.). Retrieved from https://camacol.co/sites/default/files/presentaciones_eventos/Sandra Forero Ramirez.pdf
- Goedert, J. D., & Meadati, P. (2008). Integrating construction process documentation into building information modeling. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(7), 509–516. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2008\)134:7\(509\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:7(509))
- Hadzaman, N. A. H., Takim, R., & Mohammad, A. H. N. M. F. (2016). An exploratory study: Building information modelling execution plan (BEP) procedure in mega construction projects. *Malaysian Construction Research Journal*, 18(1), 29–40. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84994160269&partnerID=40&md5=17b2cfd5505f8a9eb6b6fd55e195eb86>
- Hardin, B. (2009). *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows*.
- Jiménez Roberto, Y., Sarmiento, J. S., Gómez Cabrera, A., & Leal-del Castillo, G. (2017). Analysis of the environmental sustainability of buildings using BIM (Building Information Modeling) methodology. *Ingeniería y Competitividad*, Vol. 19, pp. 241–251.
- Kreider, R. G., & Mesner, J. I. (2013). *The Uses of BIM Classifying and Selecting BIM Uses*. Retrieved from https://www.bim.psu.edu/download/the_uses_of_bim.pdf
- Kumar, B. (2015). *A Practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects*. Retrieved from <http://search.ebscohost.com.ezproxy.javeriana.edu.co:2048/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1107592&lang=es&site=eds-live>
- Lindblad, H. (2019). Black boxing BIM: the public client's strategy in BIM implementation. *Construction Management and Economics*, 37(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/01446193.2018.1472385>
- Love, P. E. D., Liu, J., Matthews, J., Sing, C.-P., & Smith, J. (2015). Future proofing PPPs: Life-cycle performance measurement and Building Information Modelling. *Automation in Construction*, 56, 26–35. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.008>
- Lu, W., Fung, A., Peng, Y., Liang, C., & Rowlinson, S. (2014). Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves. *Building and Environment*, 82, 317–327. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.08.030>
- McGraw Hill Construction. (2014). *SmartMarket Report The Business Value of BIM for Owners*.
- Ministerio de Defensa Nacional. (2006). *Decreto 4222 por el cual se modifica parcialmente la estructura del Ministerio de Defensa*. Bogotá D.C., Colombia.
- Ministerio de Defensa Nacional. (2016). *Plan estratégico del sector defensa y seguridad - Guía de planeamiento estratégico 2016-2018*. Bogotá D.C., Colombia.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2018). *Marco fiscal de mediano plazo 2018*. Retrieved from MHCP website: http://www.minhacienda.gov.co/HomeMinhacienda/ShowProperty?nodeId=%2FOCS%2FP_MHCP_WCC-119167%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased
- Motawa, I., & Almarshad, A. (2013). A knowledge-based BIM system for building maintenance.

- Automation in Construction*, 29, 173–182. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.09.008>
- National Institute of Building Sciences. (2015). National BIM Standard - United States. Retrieved from https://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS-US_V3_4.2_COBie.pdf
- NATSPEC Construction Information Systems Limited. (2017). *NATSPEC National BIM Portal*. Retrieved from <https://bim.natspec.org/>
- Neelamkavil, J., & Ahamed, S. (2012). The return on investment from BIM-driven projects in construction. *Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada: Ottawa, Canada*.
- Organización Internacional de Policía Criminal INTERPOL. (2019). How INTERPOL supports Colombia to tackle international crime. Retrieved from <https://www.interpol.int/es/Quienes-somos/Paises-miembros/Las-Américas/COLOMBIA>
- Piraquive Galeano, G., Matamoros Cárdenas, M., Céspedes Rangel, E., & Rodríguez Chacón, J. (2018). *Actualización de la tasa de rendimiento del capital en Colombia bajo la metodología de Harberger*. Retrieved from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/EstudiosEconomicos/487.pdf>
- Policía Nacional de Colombia. (2010). *Lineamientos generales de política para la Policía Nacional*. Bogotá D.C., Colombia.
- Policía Nacional de Colombia. (2011). *Manual de gestión de la doctrina y las lecciones aprendidas para la Policía Nacional*. Retrieved from [http://www.policia.edu.co/documentos/normatividad_2016/manuales/Manual de gestión de la doctrina y las lecciones aprendidas para la Policía Nacional.pdf](http://www.policia.edu.co/documentos/normatividad_2016/manuales/Manual%20de%20gesti3n%20de%20la%20doctrina%20y%20las%20lecciones%20aprendidas%20para%20la%20Policia%20Nacional.pdf)
- Policía Nacional de Colombia. (2013). *Instructivo 013 SUDIR – OFPLA Lineamientos para la elaboración del plan de inversiones 2015-2018 de la Policía Nacional*. Bogotá D.C., Colombia.
- Policía Nacional de Colombia. (2014). *Resolución 01387 por la cual se define la estructura orgánica interna de la Dirección Administrativa, se determinan las funciones de sus dependencias y se dictan otras disposiciones*. Bogotá D.C., Colombia.
- Policía Nacional de Colombia. (2016a). *Modelo de administración de recursos logísticos y financieros*. Bogotá D.C.
- Policía Nacional de Colombia. (2016b). *Plan estratégico institucional comunidades seguras y en paz visión 2030*. Retrieved from <https://www.policia.gov.co/sites/default/files/descargables/plan-estrategico-institucional-2015-2018.pdf>
- Policía Nacional de Colombia. (2018). *Estado de situación financiera al 31 de diciembre de 2018*. Retrieved from <https://www.policia.gov.co/sites/default/files/descargables/estado-financiero-diciembre-2018.pdf>
- Policía Nacional de Colombia. (2019a). *Informe Pormenorizado del Estado del Sistema de Control Interno. Noviembre 2018 - Febrero 2019*. Retrieved from <https://policia.gov.co/files/informe-pormenorizado-control-interno-nov-2018-febpdf>
- Policía Nacional de Colombia. (2019b). *Resolución 00004 de 2019 por la cual se asignan unas partidas con cargo al Presupuesto de Inversión de la Policía Nacional vigencia fiscal 2019*. Retrieved from https://www.policia.gov.co/sites/default/files/descargables/resolucion_00004_enero_1_de_2019_-_inversion.xlsx
- Porwal, A., & Hewage, K. N. (2013). Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. *Automation in Construction*, 31, 204–214.

- <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.12.004>
- Project Management Institute. (2018). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: (PMBOK® Guide)* (Sixth edit; PMI, Ed.).
- Reizgevičius, M., Ustinovičius, L., Cibulskienė, D., Kutut, V., & Nazarko, L. (2018). Promoting Sustainability through Investment in Building Information Modeling (BIM) Technologies: A Design Company Perspective. *Sustainability*, 10(3), 600.
- Rivas, G. (2018). *BIM: Un camino hacia la innovación y la competitividad*. Retrieved from https://camacol.co/sites/default/files/presentaciones_eventos/Gonzalo Rivas.pdf
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. John Wiley & Sons.
- Schwab, K. (2018). *The Global Competitiveness Report 2018*. Retrieved from <https://es.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2018>
- Shibeika, A., & Harty, C. (2015). Diffusion of digital innovation in construction: a case study of a UK engineering firm. *Construction Management and Economics*, 33(5–6), 453–466. <https://doi.org/10.1080/01446193.2015.1077982>
- Suermann, P., & Issa, R. R. A. (2010). United States Air Force MILCON transformation: Building information modeling case studies. *27th International Conference –Cairo, Eg.*
- Thasarathar, D. (2017). Construir con el poder de la tecnología digital. Retrieved from Autodesk website: www.autodesk.com/the-power-of-digital-for-construction
- The Computer Integrated Construction Research The Pennsylvania State University. (2010). *Building Information Modeling Project Execution Planning Guide*. Retrieved from https://www.bim.psu.edu/bim_project_execution_planning_guide/bim-project-execution-planning-guide.html
- The Scottish Futures Trust (SFT). (2018). BIM Level 1. Retrieved from <https://bimportal.scottishfuturestrust.org.uk/level1>
- U.S. Army Corps of Engineers. (2011). Building Information Modeling (BIM) Roadmap.
- U.S. Army Corps of Engineers. (2012). The US Army Corps of Engineers Roadmap for Life-Cycle Building Information Modeling (BIM). Retrieved from https://bimmi.innovationcast.net/api/files/insight/306/fc7e24087c9e4b61a0a306ebe4dcc1b-USACE_Roadmap_for_Life-Cycle_BIM__USA_.pdf?_rs=wL3fvnaL1hNhLgTpxyglqBp_4uA1
- World Economic Forum. (2018). *An Action Plan to Accelerate Building Information Modeling (BIM) Adoption*. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Accelerating_BIM_Adoption_Action_Plan.pdf

ANEXO 1. PERFILES BIM

Se efectúa la caracterización de perfiles, alineado con la doctrina institucional y la normatividad vigente. A continuación se presentan los principales perfiles con sus características:

Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	 CONSTRUCCIÓN SEGURA
Fecha:		
Versión: 0		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL		
Dependencia:	Policía Nacional Dirección Administrativa y Financiera Área de Infraestructura	
Nivel:	Profesional	
Denominación:	Director BIM	
Código:		
Grado:		
I. REQUISITOS		
Formación profesional	Experiencia general	
Arquitecto Ingeniero Civil	Diez (10) años de experiencia general como profesional en el área.	
	Experiencia específica	
	Experiencia en gestión de proyectos de construcción Gestión de proyectos mediante la metodología BIM	
III. EN QUE PROCESO PARTICIPA		
Proceso de Soporte – Logística y Abastecimiento Para efectos del plan de implementación BIM, su participación se encuentra prevista en todos los procesos relacionados con la gestión de infraestructura.		
IV. PROPÓSITO PRINCIPAL		
Liderar el proceso de implementación BIM en la organización, gestionando con la Dirección General o la Dirección Administrativa y Financiera y controlando las condiciones habilitantes para que BIM sea correctamente ejecutado.		
V. FUNCIONES ESENCIALES		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Garantizar que la información BIM fluya correctamente, llevando a cabo correctamente los procesos, y que se cumplan las especificaciones requeridas. 2. Realizar el seguimiento a la implementación BIM en la organización y proponer al mando institucional, las modificaciones necesarias al mismo. 		



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		
<ol style="list-style-type: none">3. Realizar la revisión y definición de estándares, con el fin de garantizar la interoperabilidad de hardware y software y compatibilidad de la información que la organización gestiona con la metodología BIM en la organización.4. Tomar la iniciativa para apropiar estándares adicionales que se requieran en algunos proyectos.5. Coordinar con todo el equipo de trabajo, la ejecución de los proyectos bajo la metodología BIM, para garantizar el cumplimiento de los requisitos dentro de los plazos establecidos.6. Supervisar la distribución de la información BIM dentro de los proyectos.7. Establecer y manejar un proceso claro y ordenado para implementar estos cambios, que permita tener un modelo final preciso.8. Supervisar el cierre final del proceso de modelado y entrega satisfactoria de información a todos los involucrados.9. Participar en el comité de seguimiento a los recursos asignados a los proyectos de infraestructura a nivel nacional (Resolución 00519 de 2016), para la definición de prioridades de terminación, diseño, construcción y mantenimiento preventivo y correctivos de instalaciones policiales de acuerdo con la normatividad vigente y alinearlos con los objetivos BIM de la organización. Los recursos públicos son los aquellos que se asignan con el presupuesto general de la nación para las inversiones y el funcionamiento de la Institución.10. Asesorar y apoyar a las unidades policiales en el desarrollo de los procedimientos de infraestructura y bienes raíces, de tal manera que se cumplan los objetivos BIM de la organización.11. Dirigir y controlar la ejecución de los planes, programas y proyectos de construcción, adquisición y administración de bienes inmuebles de la Policía Nacional, liderados por la Dirección Administrativa y Financiera y que se encuentran previstos con la implementación de la metodología BIM.12. Asesorar al mando Institucional en el diagnóstico de los planes de desarrollo de infraestructura física para la Policía Nacional en coordinación con la Dirección de Seguridad Ciudadana y la Oficina de Planeación de la Policía Nacional, de tal forma que se cumplan los requisitos BIM de la organización.13. Coordinar con las entidades públicas y privadas, todos los aspectos relacionados con las gestiones necesarias para la implementación BIM como lo es la definición de estándares y políticas que permitan su desarrollo.14. Verificar, controlar y evaluar el desarrollo de los procesos de diseño, de los diferentes proyectos de inversión propuestos por el mando Institucional, a fin de que cumplan con las normas y lineamientos Institucionales y que desde esta misma etapa se incluyan los requisitos de la metodología BIM.15. Coordinar, controlar y evaluar el seguimiento de los proyectos de infraestructura con el fin de optimizar los recursos y la agilidad en su ejecución con el uso de la metodología BIM.16. Asesorar, coordinar y controlar los procedimientos de diseño de proyectos de construcción de unidades policiales al igual que el seguimiento a la ejecución de contratos producto de los diseños desarrollados mediante la metodología BIM.17. Liderar y coordinar con la Oficina de Telemática la asesoría, acompañamiento y control de los procedimientos de diseño, construcción y mantenimiento preventivo y correctivo de		



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		


	<p>instalaciones policiales a nivel nacional en materia tecnológica, de tal forma que se cumplan el trabajo colaborativo previsto con la metodología BIM.</p> <p>18. Coordinar el seguimiento postcontractual a las instalaciones policiales construidas, con el fin de garantizar el cumplimiento de las garantías, lo cual deberá estar alineado con la metodología BIM.</p> <p>19. Asesorar, coordinar y controlar la ejecución de los planes anuales de mantenimiento locativos con el fin de garantizar óptimas condiciones de funcionamiento de la infraestructura física, de acuerdo con la disponibilidad presupuestal programada por la Oficina de Planeación, en función de las etapas de implementación BIM y alineado con sus objetivos.</p> <p>20. Garantizar el cumplimiento de las normas y procedimientos en materia de salud ocupacional y gestión ambiental durante el proceso de diseño y obra de instalaciones policiales, aspectos que deberán ser tenidos en cuenta para el desarrollo de la metodología BIM.</p> <p>21. Dar cumplimiento de las políticas en materia de austeridad en el gasto público con el aprovechamiento de los beneficios aportados por la metodología BIM.</p> <p>22. Mantener y mejorar continuamente el sistema de gestión integral implementado con el fin de incrementar los estándares de calidad y la satisfacción de los clientes con la implementación de la metodología BIM.</p> <p>23. Realizar el acompañamiento en la ejecución de obras para las instalaciones policiales financiadas a través de entidades externas o gubernamentales y efectuar el seguimiento de las obras ejecutadas, optando por integrar estos procesos con la implementación BIM de la organización.</p> <p>24. Realizar las actividades establecidas en la gestión documental, aplicando la normativa vigente y estableciendo los criterios para documentar y cumplir con los objetivos BIM.</p> <p>25. Las demás que le sean asignadas de acuerdo con la Ley, los reglamentos y la naturaleza del cargo.</p>
	<p>Nota: las anteriores funciones se encuentran alineadas con la Resolución 01387 de 2014.</p>

VI. COMPETENCIAS LABORALES ASOCIADAS

- Capacidad para garantizar el orden y sistematización de los procesos.
- Experiencia y conocimiento en gestión de la construcción.
- Capacidad para la gestión de los recursos y del equipo de trabajo.
- Conocimiento de las tecnologías BIM.
- Conocimiento de tecnologías de información.
- Reserva de la Información.
- Identidad con la organización y con los valores institucionales.
- Trabajo en equipo e interdisciplinario.

Familia	Gestión de infraestructura	
Competencias	Criterios de desempeño	Evidencias
Elaborar proyectos para el diseño, construcción y mantenimiento para la infraestructura de la organización.	1. Los planes y programas de construcción de obras y mantenimiento de infraestructura se elaboran y	Producto y/o Servicio: Elaboración de plan de necesidades para la priorización de proyectos. Elaboración de plan de compras



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		
	<p>proyectan de acuerdo con las necesidades institucionales.</p> <p>2. Los requerimientos técnicos se elaboran para cumplir con los requisitos contractuales posteriores.</p> <p>3. Los costos de los proyectos se ajustan conforme a las políticas de austeridad y gestión eficiente de recursos y de acuerdo con las necesidades identificadas.</p>	<p>Ejecución de procesos de contratación para el diseño y la construcción</p> <p>Seguimiento y supervisión de los procesos contractuales.</p>



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL		
Dependencia:	Policía Nacional Dirección Administrativa y Financiera Área de Infraestructura Grupo de Seguimiento a Proyectos	
Nivel:	Profesional	
Denominación:	Gerente de Proyectos BIM	
Código:		
Grado:		
I. REQUISITOS		
Formación profesional	Experiencia general	
Arquitecto Ingeniero Civil	Ocho (8) años de experiencia general como profesional en el área.	
	Experiencia específica	
	Experiencia en gestión de proyectos de construcción Gestión de proyectos mediante la metodología BIM	
III. EN QUE PROCESO PARTICIPA		
Proceso de Soporte – Logística y Abastecimiento Procesos de ejecución y seguimiento de los proyectos		
IV. PROPÓSITO PRINCIPAL		
Administrar e implementar BIM para lograr proyectos coordinados, utilizando las herramientas y articulando las distintas especialidades. Lidera la correcta implantación y uso de la metodología BIM, coordinando el modelaje de los proyectos y los recursos en colaboración con todos los agentes implicados, asegurando la correcta integración de los modelos y sus disciplinas con la visión global del proyecto, coordinando también la generación de contenidos, con capacidad para comunicar los beneficios y dificultades de BIM.		
V. FUNCIONES ESENCIALES		
<ol style="list-style-type: none">1. Liderar la elaboración y/o supervisión de los estudios topográficos de los predios proyectados para construcción de instalaciones policiales a nivel país y los demás afines a la topografía, que requiera la Institución policial, a fin de que se cumplan los objetivos BIM.2. Liderar la elaboración y/o supervisión de los diseños arquitectónicos, diseño interior, terminación, adecuación y remodelación de instalaciones policiales a nivel nacional de acuerdo con los requisitos BIM.3. Liderar la asesoraría y/o supervisión de los diseños estructurales, diseños hidrosanitarios, eléctricos, mecánicos y especiales de los proyectos de construcción de acuerdo con las políticas Institucionales a nivel nacional y requisitos BIM.4. Supervisar la evaluación de planes de manejo ambiental para proyectos a nivel nacional, alineados con los requisitos BIM.5. Supervisar con la Oficina de Telemática la elaboración y/o acompañamiento de los diseños en materia tecnológica de instalaciones policiales a nivel nacional.		



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	 CONSTRUCCIÓN SEGURA
Fecha:		
Versión: 0		

6. Liderar el soporte técnico de los pliegos de condiciones correspondientes a los proyectos de infraestructura de acuerdo con las políticas Institucionales.
7. Consultar y proponer innovaciones técnicas en materia de infraestructura que se encuentren en el mercado, para ser utilizadas como alternativas de solución a las necesidades y lineamientos Institucionales, correspondientes con la metodología BIM.
8. Coordinar la asesoría, acompañamiento y control de la obtención de permisos y licencias de construcción ante las entidades o autoridades competentes.
9. Realizar las coordinaciones pertinentes, con el fin de soportar contablemente el traslado de los bienes que se encuentran en la cuenta construcción en curso a la cuenta edificaciones, lo cual estará debidamente asociado con los objetivos BIM de la organización.
10. Coordinar la entrega de los proyectos ejecutados por la Dirección Administrativa y Financiera y su envío a la unidad donde se realizó el proyecto utilizando la metodología BIM. Realizará la coordinación para el cumplimiento de los protocolos de seguridad para la transferencia de la información BIM.
11. Proyectar, elaborar, coordinar y/o supervisar los proyectos de infraestructura de las unidades policiales a nivel país.
12. Efectuar la coordinación y/o supervisión de los proyectos de diseño y construcción de los contratos ejecutados por la Dirección Administrativa y Financiera y los contratos o convenios interadministrativos.
13. Ejecutar el seguimiento postcontractual a las instalaciones policiales construidas, con el fin de garantizar la efectividad de las garantías, en el caso de novedades.
14. Realizar el seguimiento a la calidad de las obras en su proceso constructivo de tal forma que permita asegurar la calidad de los bienes por entregar.


Nota: las anteriores funciones se encuentran alineadas con la Resolución 01387 de 2014.

VI. COMPETENCIAS LABORALES ASOCIADAS

- Capacidad para garantizar el orden y sistematización de los procesos.
- Experiencia y conocimiento en gestión de la construcción.
- Capacidad para la gestión de los recursos y del equipo de trabajo.
- Conocimiento de las tecnologías BIM.
- Conocimiento de tecnologías de información.
- Reserva de la Información.
- Identidad con la organización y con los valores institucionales.
- Trabajo en equipo e interdisciplinario.

Familia	Gestión de infraestructura	
Competencias	Criterios de desempeño	Evidencias
Elaborar proyectos para el diseño, construcción y mantenimiento para la infraestructura de la organización.	1. Los planes y programas de construcción de obras y mantenimiento de infraestructura se elaboran y proyectan de acuerdo con las necesidades institucionales.	Producto y/o Servicio: Elaboración de plan de necesidades para la priorización de proyectos. Elaboración de plan de compras



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		
	<p>2. Los requerimientos técnicos se elaboran para cumplir con los requisitos contractuales posteriores.</p> <p>3. Los costos de los proyectos se ajustan conforme a las políticas de austeridad y gestión eficiente de recursos y de acuerdo con las necesidades identificadas.</p>	<p>Ejecución de procesos de contratación para el diseño y la construcción</p> <p>Seguimiento y supervisión de los procesos contractuales.</p>



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL		
Dependencia:	Policía Nacional Dirección Administrativa y Financiera Área de Infraestructura Grupo de Seguimiento a Proyectos	
Nivel:	Profesional	
Denominación:	Revisor BIM	
Código:		
Grado:		
I. REQUISITOS		
Formación profesional	Experiencia general	
Arquitecto Ingeniero Civil	Cinco (5) años de experiencia general como profesional en el área.	
	Experiencia específica	
	Experiencia en gestión de proyectos de construcción Gestión de proyectos mediante la metodología BIM	
III. EN QUE PROCESO PARTICIPA		
Proceso de Soporte – Logística y Abastecimiento Procesos de ejecución y seguimiento de los proyectos		
IV. PROPÓSITO PRINCIPAL		
Revisar y controlar que los modelos y/o proyectos sean diseñados y/o construidos de acuerdo con las bases técnicas, normativas y plan de ejecución BIM. Administrar el diseño con la aprobación y desarrollo de la información, confirmando los resultados y aprobando la documentación para la coordinación.		
V. FUNCIONES ESENCIALES		
<ol style="list-style-type: none">1. Revisar los estudios topográficos de los predios proyectados para construcción de instalaciones policiales a nivel país y los demás afines a la topografía, que requiera la Institución policial, a fin de que se cumplan los objetivos BIM.2. Revisar los diseños arquitectónicos, diseño interior, terminación, adecuación y remodelación de instalaciones policiales a nivel nacional de acuerdo con los requisitos BIM.3. Revisar los diseños estructurales, diseños hidrosanitarios, eléctricos, mecánicos y especiales de los proyectos de construcción de acuerdo con las políticas Institucionales a nivel nacional y requisitos BIM.4. Revisar la evaluación de planes de manejo ambiental para proyectos a nivel nacional, alineados con los requisitos BIM.5. Revisar con la Oficina de Telemática la elaboración y/o acompañamiento de los diseños en materia tecnológica de instalaciones policiales a nivel nacional.6. Revisar el soporte técnico de los pliegos de condiciones correspondientes a los proyectos de infraestructura de acuerdo con las políticas Institucionales.		



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		

7. Revisar las propuestas de innovaciones técnicas en materia de infraestructura que se encuentren en el mercado, para ser utilizadas como alternativas de solución a las necesidades y lineamientos Institucionales, correspondientes con la metodología BIM.
8. Revisar la entrega de los proyectos ejecutados por la Dirección Administrativa y Financiera y su envío a la unidad donde se realizó el proyecto utilizando la metodología BIM.
9. Revisar los proyectos de infraestructura de las unidades policiales a nivel país.
10. Revisar la coordinación y/o supervisión de los proyectos de diseño y construcción de los contratos ejecutados por la Dirección Administrativa y Financiera y los contratos o convenios interadministrativos.
11. Revisar que se efectúe el seguimiento postcontractual a las instalaciones policiales construidas, con el fin de garantizar la efectividad de las garantías, en el caso de novedades.
12. Revisar el seguimiento a la calidad de las obras en su proceso constructivo de tal forma que permita asegurar la calidad de los bienes por entregar.
13. Verificar el cumplimiento de requisitos normativos y trámite de licencias.
14. Aprobar y desarrollar la información según los requisitos BIM.
15. Aprobar los resultados del Equipo de Diseño del Proyecto.
16. Con el Gerente de Proyectos BIM y el Coordinador BIM, es un enlace de comunicaciones entre los diferentes Equipos de Diseño del Proyecto y los Equipos de Construcción.
17. Revisa las entregas de diseño de los diseñadores principales, diseñadores de especialidades y los contratistas.


Nota: las anteriores funciones se encuentran alineadas con la Resolución 01387 de 2014.

VI. COMPETENCIAS LABORALES ASOCIADAS

- Capacidad para garantizar el orden y sistematización de los procesos.
- Experiencia y conocimiento en gestión de la construcción.
- Capacidad para la gestión de los recursos y del equipo de trabajo.
- Conocimiento de las tecnologías BIM.
- Conocimiento de tecnologías de información.
- Reserva de la Información.
- Identidad con la organización y con los valores institucionales.
- Trabajo en equipo e interdisciplinario.

Familia	Gestión de infraestructura	
Competencias	Criterios de desempeño	Evidencias
Elaborar proyectos para el diseño, construcción y mantenimiento para la infraestructura de la organización.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los planes y programas de construcción de obras y mantenimiento de infraestructura se elaboran y proyectan de acuerdo con las necesidades institucionales. 2. Los requerimientos técnicos se elaboran para cumplir con los 	Producto y/o Servicio: Elaboración de plan de necesidades para la priorización de proyectos. Elaboración de plan de compras Ejecución de procesos de contratación para el diseño y la construcción



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		
	requisitos contractuales posteriores. 3. Los costos de los proyectos se ajustan conforme a las políticas de austeridad y gestión eficiente de recursos y de acuerdo con las necesidades identificadas.	Seguimiento y supervisión de los procesos contractuales.



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL		
Dependencia:	Policía Nacional Dirección Administrativa y Financiera Área de Infraestructura Grupo de Seguimiento a Proyectos	
Nivel:	Profesional	
Denominación:	Coordinador BIM	
Código:		
Grado:		
I. REQUISITOS		
Formación profesional	Experiencia general	
Arquitecto Ingeniero Civil	Cinco (5) años de experiencia general como profesional en el área.	
	Experiencia específica	
	Experiencia en gestión de proyectos de construcción Gestión de proyectos mediante la metodología BIM	
III. EN QUE PROCESO PARTICIPA		
Proceso de Soporte – Logística y Abastecimiento Procesos relacionados con el seguimiento de proyectos de diseño o construcción		
IV. PROPÓSITO PRINCIPAL		
Encargado de integrar modelos de distintas especialidades y coordinarlos, detectar interferencias, evaluar posibles soluciones y manejar flujos de información de proyectos. Coordinar el trabajo dentro de una misma disciplina, con la finalidad de que se cumplan los requerimientos del Gerente de Proyectos BIM. Realiza los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM, y que éste sea compatible con el resto de las disciplinas del proyecto.		
V. FUNCIONES ESENCIALES		
<ol style="list-style-type: none">1. Coordinar si corresponde a su especialidad, los estudios topográficos de los predios proyectados para construcción de instalaciones policiales a nivel país y los demás afines a la topografía, que requiera la Institución policial, a fin de que se cumplan los objetivos BIM.2. Coordinar si corresponde a su especialidad, los diseños arquitectónicos, diseño interior, terminación, adecuación y remodelación de instalaciones policiales a nivel nacional de acuerdo con los requisitos BIM.3. Coordinar si corresponde a su especialidad, los diseños estructurales, diseños hidrosanitarios, eléctricos, mecánicos y especiales de los proyectos de construcción de acuerdo con las políticas Institucionales a nivel nacional y requisitos BIM.4. Coordinar si corresponde a su especialidad, la evaluación de planes de manejo ambiental para proyectos a nivel nacional, alineados con los requisitos BIM.5. Coordinar si corresponde a su especialidad, con la Oficina de Telemática la elaboración y/o acompañamiento de los diseños en materia tecnológica de instalaciones policiales a nivel nacional.		



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		

6. Coordinar si corresponde a su especialidad, el soporte técnico de los pliegos de condiciones correspondientes a los proyectos de infraestructura de acuerdo con las políticas Institucionales.
7. Coordinar y/o supervisar los proyectos de diseño y construcción de los contratos ejecutados por la Dirección Administrativa y Financiera y los contratos o convenios interadministrativos.
8. Coordinar el seguimiento postcontractual a las instalaciones policiales construidas, con el fin de garantizar la efectividad de las garantías, en el caso de novedades.
9. Coordinar el seguimiento a la calidad de las obras en su proceso constructivo de tal forma que permita asegurar la calidad de los bienes por entregar.
10. Verificar el cumplimiento de requisitos normativos y trámite de licencias.
11. Coordinar el trabajo dentro de su disciplina.
12. Realizar los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM.
13. Asegurar la compatibilidad del modelo BIM con el resto de las disciplinas.

Nota: las anteriores funciones se encuentran alineadas con la Resolución 01387 de 2014.

VI. COMPETENCIAS LABORALES ASOCIADAS

- Capacidad para garantizar el orden y sistematización de los procesos.
- Experiencia y conocimiento en gestión de la construcción.
- Capacidad para la gestión de los recursos y del equipo de trabajo.
- Conocimiento de las tecnologías BIM.
- Conocimiento de tecnologías de información.
- Reserva de la Información.
- Identidad con la organización y con los valores institucionales.
- Trabajo en equipo e interdisciplinario.

Familia	Gestión de infraestructura	
Competencias	Criterios de desempeño	Evidencias
Elaborar proyectos para el diseño, construcción y mantenimiento para la infraestructura de la organización.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los planes y programas de construcción de obras y mantenimiento de infraestructura se elaboran y proyectan de acuerdo con las necesidades institucionales. 2. Los requerimientos técnicos se elaboran para cumplir con los requisitos contractuales posteriores. 3. Los costos de los proyectos se ajustan conforme a las políticas de austeridad y gestión eficiente de recursos y de acuerdo con las necesidades identificadas. 	<p>Producto y/o Servicio: Elaboración de plan de necesidades para la priorización de proyectos. Elaboración de plan de compras Ejecución de procesos de contratación para el diseño y la construcción Seguimiento y supervisión de los procesos contractuales.</p>



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL		
Dependencia:	Policía Nacional Dirección Administrativa y Financiera Área de Infraestructura Grupo de Seguimiento a Proyectos	
Nivel:	Profesional	
Denominación:	Modelador BIM	
Código:		
Grado:		
I. REQUISITOS		
Formación profesional	Experiencia general	
Arquitecto Ingeniero Civil	Un (1) año de experiencia general como profesional en el área.	
	Experiencia específica	
	Experiencia en gestión de proyectos de construcción Gestión de proyectos mediante la metodología BIM	
III. EN QUE PROCESO PARTICIPA		
Proceso de Soporte – Logística y Abastecimiento Procesos relacionados con la ejecución de proyectos de diseño o construcción		
IV. PROPÓSITO PRINCIPAL		
Encargado de la modelación de información en softwares BIM, es quien vierte los proyectos en el modelo de información, debe poseer manejo de interpretación de planos de arquitectura, estructura y especialidades, así como conocimientos de construcción y manejos avanzados del software seleccionado para hacer las modelaciones y análisis BIM.		
V. FUNCIONES ESENCIALES		
<ol style="list-style-type: none">1. Proporcionar información fundamental para todas las disciplinas involucradas utilizando herramientas de software BIM.2. Realizar la exportación del modelo 2D.3. Efectuar la creación de visualizaciones 3D, añadir elementos de construcción para los objetos de la biblioteca y enlace de datos del objeto.4. Seguir en su trabajo los protocolos de diseño.5. Coordinar constantemente y con cuidado su trabajo con las partes externas tales como arquitectos, ingenieros, asesores, contratistas e interventores.6. Desarrollar técnicas y habilidades capaces para arreglar, organizar y combinar la información.7. Mantener su enfoque en la calidad y llevar a cabo sus tareas de una manera estructurada y disciplinada.8. Conocimientos de las TIC y específicamente de estándares abiertos y bibliotecas de objetos.9. Creación de objetos según los lineamientos BIM propios de uso de la organización		
Nota: las anteriores funciones se encuentran alineadas con la Resolución 01387 de 2014.		



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	 CONSTRUCCIÓN SEGURA
Fecha:		
Versión: 0		

VI. COMPETENCIAS LABORALES ASOCIADAS

- Capacidad para garantizar el orden y sistematización de los procesos.
- Experiencia y conocimiento en gestión de la construcción.
- Capacidad para la gestión de los recursos y del equipo de trabajo.
- Conocimiento de las tecnologías BIM.
- Conocimiento de tecnologías de información.
- Reserva de la Información.
- Identidad con la organización y con los valores institucionales.
- Trabajo en equipo e interdisciplinario.

Familia	Gestión de infraestructura	
Competencias	Criterios de desempeño	Evidencias
Elaborar proyectos para el diseño, construcción y mantenimiento para la infraestructura de la organización.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los planes y programas de construcción de obras y mantenimiento de infraestructura se elaboran y proyectan de acuerdo con las necesidades institucionales. 2. Los requerimientos técnicos se elaboran para cumplir con los requisitos contractuales posteriores. 3. Los costos de los proyectos se ajustan conforme a las políticas de austeridad y gestión eficiente de recursos y de acuerdo con las necesidades identificadas. 	Producto y/o Servicio: Elaboración de plan de necesidades para la priorización de proyectos. Elaboración de plan de compras Ejecución de procesos de contratación para el diseño y la construcción Seguimiento y supervisión de los procesos contractuales.



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	
Fecha:		
Versión: 0		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL		
Dependencia:	Policía Nacional Dirección Administrativa y Financiera Área de Infraestructura Grupo de Seguimiento a Proyectos	
Nivel:	Profesional	
Denominación:	Gestor de Operaciones BIM	
Código:		
Grado:		
I. REQUISITOS		
Formación profesional	Experiencia general	
Arquitecto Ingeniero Civil	Un (1) año de experiencia general como profesional en el área.	
	Experiencia específica	
	Experiencia en gestión de proyectos de construcción Gestión de proyectos mediante la metodología BIM	
III. EN QUE PROCESO PARTICIPA		
Proceso de Soporte – Logística y Abastecimiento Procesos relacionados con la ejecución de proyectos de diseño o construcción		
IV. PROPÓSITO PRINCIPAL		
Encargado de liderar el proceso de operación del proyecto en base al modelo BIM y el mantenimiento de la infraestructura y actualización del modelo a lo largo del tiempo. Ayuda a otros profesionales, no en el funcionamiento del software, si no en la visualización de la información del modelo. Ayuda a la labor del ingeniero para comunicarse con los contratistas.		
V. FUNCIONES ESENCIALES		
<ol style="list-style-type: none">1. Proporcionar información fundamental para todas las disciplinas involucradas utilizando herramientas de software BIM.2. Realizar la exportación del modelo 2D.3. Efectuar la creación de visualizaciones 3D, añadir elementos de construcción para los objetos de la biblioteca y enlace de datos del objeto.4. Seguir en su trabajo los protocolos de diseño.5. Coordinar constantemente y con cuidado su trabajo con las partes externas tales como arquitectos, ingenieros, asesores, contratistas e interventores.6. Desarrollar técnicas y habilidades capaces para arreglar, organizar y combinar la información.7. Mantener su enfoque en la calidad y llevar a cabo sus tareas de una manera estructurada y disciplinada.8. Conocimientos de las TIC y específicamente de estándares abiertos y bibliotecas de objetos.		
Nota: las anteriores funciones se encuentran alineadas con la Resolución 01387 de 2014.		



Código:	PROPUESTA PARA LA POLICÍA NACIONAL Plan de Implementación BIM Caracterización de Perfiles	 CONSTRUCCIÓN SEGURA
Fecha:		
Versión: 0		

VI. COMPETENCIAS LABORALES ASOCIADAS

- Capacidad para garantizar el orden y sistematización de los procesos.
- Experiencia y conocimiento en gestión de la construcción.
- Capacidad para la gestión de los recursos y del equipo de trabajo.
- Conocimiento de las tecnologías BIM.
- Conocimiento de tecnologías de información.
- Reserva de la Información.
- Identidad con la organización y con los valores institucionales.
- Trabajo en equipo e interdisciplinario.

Familia	Gestión de infraestructura	
Competencias	Criterios de desempeño	Evidencias
Elaborar proyectos para el diseño, construcción y mantenimiento para la infraestructura de la organización.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los planes y programas de construcción de obras y mantenimiento de infraestructura se elaboran y proyectan de acuerdo con las necesidades institucionales. 2. Los requerimientos técnicos se elaboran para cumplir con los requisitos contractuales posteriores. 3. Los costos de los proyectos se ajustan conforme a las políticas de austeridad y gestión eficiente de recursos y de acuerdo con las necesidades identificadas. 	Producto y/o Servicio: Elaboración de plan de necesidades para la priorización de proyectos. Elaboración de plan de compras Ejecución de procesos de contratación para el diseño y la construcción Seguimiento y supervisión de los procesos contractuales.

Los anteriores perfiles se encuentran alineados con la Resolución 01387 de 2014 y se complementaron con información de <https://www.espaciobim.com/roles-procesos-bim/>.

ANEXO 2. PLAN DE FORMACIÓN

Para cumplir con los requerimientos mínimos requeridos dentro de los perfiles anteriormente estructurados, se requiere establecer un plan de formación con el cual se alcancen los estándares mínimos de conocimiento de los servidores públicos que ocuparán los perfiles.

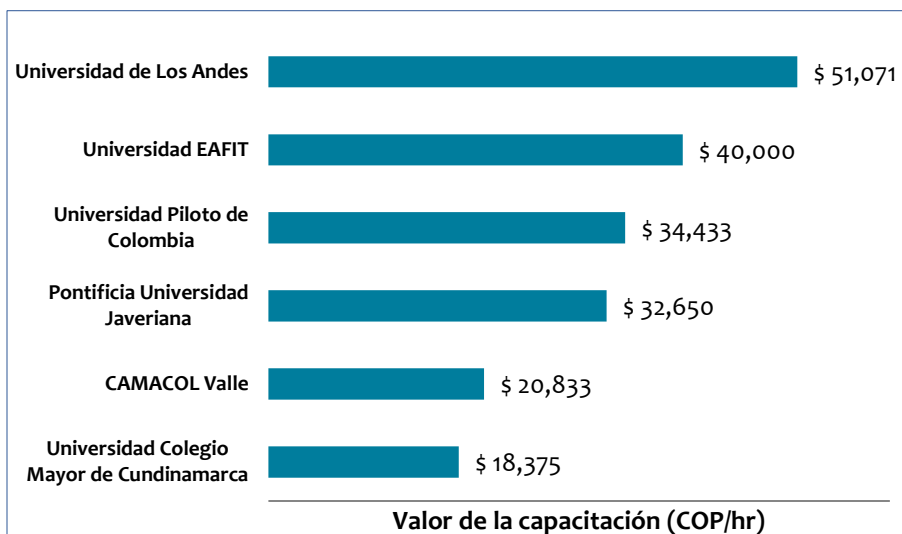
Con base en los hallazgos realizados correspondientes a los recursos de la organización, fue posible determinar que es indispensable dar a conocer dentro de la organización la metodología BIM con los siguientes aspectos:

- Introducción a BIM
- Beneficios de BIM
- Estado actual de BIM
- Aspectos generales BIM
- Herramientas BIM

Con estos aspectos conocidos por los servidores públicos de la organización, es importante impactar con conocimientos más específicos en cuanto al uso de las herramientas, los procesos y la especialidad según el perfil corresponda.

Para estos efectos y especialmente derivado de la encuesta realizada con el fin de conocer el nivel de conocimiento de los funcionarios, se determina que para el perfil básico de ese momento, es necesario capacitar a un total de treinta y cuatro (34) funcionarios de la organización, por cuanto es esta la cantidad de personas con calidad de profesional, que desempeñan labores de trabajos topográficos, diseño y supervisión.

Se efectúa la revisión correspondiente a centros de formación que ofrecen capacitaciones relacionadas con los requerimientos, determinando unos costos aproximados por hora.



Valores estimados de capacitación para 2018

Por otra parte, se estima necesario completar la capacitación de todo el personal, destinando cerca de 120 hr, para garantizar que el personal interiorizará la metodología y además conocerá las herramientas correspondientes. Con estos supuestos, se estima un costo de capacitación \$143.210.712, propuestos para adelantarse en 5 meses.

Debido a condiciones presupuestales de la organización, en donde se disponía de recursos para la vigencia 2018 para mantenimiento de software y en atención a que las licencias con que se contaba no era posible realizar dicho mantenimiento sino más bien que se ofrecía por parte del proveedor su reemplazo, fue posible cambiar la destinación del rubro antes mencionada para adquisición de nuevas licencias.

La organización en el año 2018 efectúa el proceso de contratación PN DIRAF SA 124 2018, cuyo objeto es la ADQUISICIÓN, SOPORTE Y ACTUALIZACIÓN DE SOFTWARE AUTODESK “HERRAMIENTAS DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, MULTIUSUARIO, ÚLTIMA VERSIÓN DEL MERCADO, CON SOPORTE TÉCNICO BÁSICO DURANTE 3 AÑOS. De este proceso se deriva el contrato PN DIRAF 06-2-10123-18, mediante el cual se adquirieron licencias de software pero adicionalmente se contrató una capacitación inicial en el uso de software, estableciéndose la obligación del contratista



para capacitar como mínimo a tres (3) funcionarios del Grupo Telemática de la Dirección Administrativa y Financiera de la Policía Nacional, para la administración, configuración del software y la asignación del uso de las licencias, esta capacitación tendrá una duración mínima de 4 horas, por cada actualización de versión.

Así mismo, debía capacitarse como mínimo a treinta y cuatro (34) funcionarios pertenecientes al Área Infraestructura de la Dirección Administrativa y Financiera, para el uso de las licencias adquiridas, en cada una de las condiciones técnicas mínimas exigidas en el pliego borrador, esta capacitación fue coordinada con el supervisor del contrato, de acuerdo a forma de ejecución del mismo, en cada una de las vigencias en las que se actualizase la Herramienta de Arquitectura, Ingeniería y Construcción, Multiusuario, última versión del mercado, con soporte técnico básico durante el tiempo del contrato.

El oferente debe brindar capacitación como mínimo de 30 horas a cada funcionario y se realizará en 4 grupos.

La capacitación se realiza por un Autodesk Training Center (ATC) para garantizar la calidad de la capacitación y alineación con estándares del fabricante del software para el uso adecuado de las herramientas, y le permita a la Policía Nacional contar con certificados del fabricante para estos funcionarios.

Para los meses de enero y febrero de 2019 se dio inicio a las capacitaciones de los funcionarios en las herramientas informáticas previstas y especialmente se constituye el principio de la capacitación en la metodología BIM, por cuanto como se demostró en la fase inicial de evaluación de la infraestructura de la organización, el recurso humano no cuenta con el conocimiento y la capacitación correspondiente en las herramientas con que cuenta y por lo tanto no conoce el alcance de BIM para los proyectos correspondientes.

ANEXO 3. USOS BIM

Los usos BIM van relacionados con la ejecución de los proyectos BIM, por cuanto para etapas posteriores, la organización deberá establecer los medios para generar los planes de ejecución BIM por cada proyecto. Con referencia de la Universidad del Estado de Pensilvania (Kreider & Mesner, 2013), la siguiente es la propuesta general de usos principales BIM en la organización:

- **PLANEACIÓN**

PROGRAMACIÓN
Descripción:
Un proceso en el que se utiliza un programa espacial para evaluar de manera eficiente y con precisión el rendimiento de diseño en lo que respecta a los requisitos espaciales. El modelo BIM desarrollado permite que el equipo del proyecto analice el espacio y comprender la complejidad de las normas y reglamentos. Las decisiones críticas se hacen en esta fase de diseño y llevar el mayor valor para el proyecto cuando las necesidades y opciones se discuten con el cliente y se analiza el mejor enfoque. Para la organización el documento soporte en la actualidad es el programa arquitectónico de necesidades.
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ evaluación eficiente y precisa del rendimiento de diseño en cuanto a necesidades de espacio por parte del propietario.
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El diseño de software de creación
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D
Recursos seleccionados:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guía GSA BIM

ANÁLISIS DEL SITIO
Descripción:
Un proceso en el que se utilizan las herramientas BIM / SIG para evaluar las propiedades de un área determinada para la ubicación del sitio óptimo para un proyecto. Los datos del sitio recopilados se utilizan para seleccionar primero el sitio y luego posicionar el edificio en base a otros criterios. Se desarrolla en conjunto con bienes raíces y la sección de topografía. En ocasiones el no existen opciones de elección de sitios diferentes por condiciones legales, técnicas o de seguridad.
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizar para determinar si los sitios potenciales cumplen los criterios de acuerdo con los requisitos del proyecto, los factores técnicos de decisiones y factores financieros ▪ Disminuir los costos de la demanda de servicios públicos y la demolición

ANÁLISIS DEL SITIO
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumentar la eficiencia energética ▪ Minimizar el riesgo de materiales peligrosos ▪ Maximizar el retorno de la inversión
Recursos requeridos:
software GIS Levantamientos topográficos
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D ▪ El conocimiento y la comprensión del sistema de administración local (SIG, la información de base de datos)
Recursos seleccionados:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La guía de selección del sitio. EE.UU. Administración de Servicios Generales (GSA) Servicio de Edificios Públicos. ▪ Selección del sitio óptimo para la administración militar de tierras, RM Wallace, Conf ASCE. Proc. 138, 159 (2004). DOI: 10.1061/40737 (2004) 159. ▪ Farnsworth, Stephen J. “perspectiva de selección del sitio.” Sitios de prospección. Junio de 1995, 29-31. ▪ Comité Sostenible WPBG. Optimización del sitio potencial. ▪ Aprovechamiento de Suermann PC Herramientas SIG en Defensa y de respuesta en la Academia de la Fuerza Aérea de Estados Unidos. Conf ASCE. Proc. 179, 82 (2005) DOI: 10.1061/40794 (179) 82. ▪ SIG – Basado Funciones de Servicio de Gestión de Ingeniería: Tomando SIG Más allá de mapeo para los gobiernos municipales.

FASE DE PLANIFICACIÓN (MODELADO 4D)
Descripción:
Proceso en el que se utiliza un modelo 4D (modelos 3D con la dimensión añadida de tiempo) para planificar de manera efectiva la secuencia de la construcción y de espacio en un sitio de construcción. 4D es una potente herramienta de visualización y comunicación para el equipo de proyecto y el propietario, una mejor comprensión de los hitos del proyecto y los planos de construcción.
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Una mejor comprensión de la programación y muestra de la ruta crítica del proyecto ▪ Opciones y soluciones a los conflictos de espacios ▪ Integrar la planificación de recursos humanos, equipos y recursos materiales con el modelo BIM a una mejor programación y estimación de los costos del proyecto ▪ Espacio de trabajo y conflictos identificados y resueltos antes de la construcción ▪ Fines de marketing y publicidad ▪ Identificación de horario y problemas de secuencias ▪ Más fácil construcción, operación y mantenimiento ▪ Supervisión del estado de la adquisición de los materiales del proyecto ▪ Aumento de la productividad y la disminución de los residuos en sitios de trabajo ▪ Transmitir la complejidad del proyecto, la planificación de la información. Apoyo para la realización de análisis adicionales
Recursos requeridos:

FASE DE PLANIFICACIÓN (MODELADO 4D)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Software de creación de diseño ▪ Software de programación ▪ Software de modelado 4D
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El conocimiento de la programación de la construcción y el proceso de construcción general. Un modelo 4D está conectado a un cronograma. ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D. ▪ El conocimiento de software 4D: la geometría de importación, gestionar los enlaces a los horarios, producir animaciones de control, etc.
Recursos seleccionados:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dawud, N., y Mallasi, Z. (2006). Planificación de la construcción del lugar de trabajo: Asignación y análisis Utilizando 4D de visualización Technologies. Ingeniería Civil e Infraestructura asistida por ordenador, Págs. 498-513. ▪ Jongeling, R., Kim, J., Fischer, M., Morgeous, C., y Olofsson, T. (2008). El análisis cuantitativo de flujo de trabajo, el uso de la estructura temporal, y la productividad utilizando modelos 4D. La automatización en la construcción, Págs. 780-791. ▪ Kang, JH, Anderson, Dakota del Sur, y Clayton, MJ (2007). Estudio empírico sobre el mérito de la visualización 4D basado en la Web en colaboración Planificación de construcción y programación. Revista de Ingeniería de la Construcción y administración, Págs. 447-461.

ESTIMACIÓN DE COSTOS
Descripción:
<p>Es un proceso en el que el BIM se puede utilizar para ayudar en la generación de las cantidades y las estimaciones de costos en todo el ciclo de vida de un proyecto. Este proceso permite que el equipo del proyecto vea los cambios de costos durante todas las fases del proyecto, que pueden ayudar a frenar los excesos presupuestales debido a modificaciones del proyecto. En concreto, BIM puede proporcionar efectos costos de las adiciones y modificaciones, con el potencial de ahorrar tiempo y dinero y es más beneficioso en las primeras etapas del diseño de un proyecto.</p>
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuantificar con precisión materiales ▪ Generar rápidamente cantidades para ayudar en el proceso de toma de decisiones ▪ Generar estimaciones de gastos a un ritmo más rápido ▪ Mejor representación visual de los elementos del proyecto y de la construcción ▪ Proporcionar información de costo para la organización durante la primera fase de toma de decisiones de diseño y durante todo el ciclo de vida, incluyendo los cambios durante la construcción ▪ Ahorra tiempo del estimador mediante las reducciones de cantidades ▪ Permite que el estimador de centrarse en más actividades que añaden valor tales como análisis de precios unitarios y riesgos ▪ Añadido a un programa de construcción (como un modelo 4D), una estimación de costos BIM puede ayudar a los presupuestos durante la construcción ▪ Exploración de diferentes opciones de diseño y conceptos dentro del presupuesto de la organización ▪ Determinar rápidamente los costos de objetos específicos ▪ Más fácil de filtrar nuevos estimadores a través de este proceso altamente visual

ESTIMACIÓN DE COSTOS
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Software de estimación basado en modelos ▪ Software de diseño ▪ Modelo de diseño construido con precisión ▪ Los datos de costos
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad para definir procedimientos específicos de diseño que dan cantidades precisas ▪ Capacidad para identificar cantidades para el nivel de estimación apropiado ▪ Capacidad de manipular modelos para adquirir cantidades utilizables para la estimación
Recursos seleccionados:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lee, H., Lee, Kim, J. (2008). Un sistema de apoyo de decisión basado en los costos al interior del diseño para proyectos de vivienda a gran escala, Vol Itcon. 13, Pg. 20-38, http://www.itcon.org/2008/2 ▪ Autodesk Revit. (2007) “BIM y la estimación de costos.” Presione soltar. Autodesk. 11 de septiembre de 2008. http://images.autodesk.com/adsk/files/bim_cost_estimating_jan07_1_.pdf ▪ Dean, RP, y McClendon, S. (2007). “Especificación y Estimación de Costos con BIM.” TECH ARCHI. Abril de 2007. TECH ARCHI. 13 de septiembre de 2008. http://www.architechmag.com/articles/detail.aspx?contentid=3624. ▪ Khemlani, L. (2006). “Estimación Visual: La extensión de BIM para construcción.” Bytes AEC. 21 de Mar. De 2006. 13 de septiembre de 2008. http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2006/visualestimating.html ▪ Buckley, B. (2008). “Gestión de Costos BIM.” Construcción de California. Junio de 2008. 13 de septiembre de 2008. ▪ Manning, R. ; Messner, J. (2008). Estudio de casos en la aplicación BIM para la programación de los centros de salud, Vol Itcon. 13 Los estudios de casos, número especial de uso de BIM, pág. 246-257, http://www.itcon.org/2008/18 ▪ Shen Z, Issa RRA (2010) Evaluación cuantitativa de las estimaciones de los costos de construcción se detalla BIM-asistida, Revista de tecnología de la información en la construcción (Itcon), vol. 15, pg. 234-257, http://www.itcon.org/2010/18 ▪ McCuen, T. (2009, 18 de noviembre). Estimación de costos en BIM: la quinta dimensión. Consultado el 21 de septiembre del 2010, a partir de la construcción Asesor Hoy: http://constructionadvisortoday.com/2009/11/cost-estimating-in-bim-the-fifth-dimension.html

MODELACIÓN DE CONDICIONES EXISTENTES
Descripción:
<p>Un proceso en el que un equipo de proyecto desarrolla un modelo 3D de las condiciones existentes para un sitio, instalaciones o un área específica dentro de una instalación. Este modelo puede ser desarrollado en varias formas: incluyendo el escaneo láser y técnicas de topografía convencionales, dependiendo de lo que se desea y lo que es más eficiente. Una vez construido el modelo, que se puede consultar para obtener información, ya sea para nueva construcción o un proyecto de renovación.</p>
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejora la eficiencia y la exactitud de la documentación en condiciones existentes ▪ Proporciona documentación del medio ambiente para usos futuros

MODELACIÓN DE CONDICIONES EXISTENTES

- Ayuda en el modelado futuro y coordinación del diseño 3D
- Proporciona una representación exacta de trabajo que se ha puesto en marcha
- Verificación de la cantidad de tiempo real a efectos contables
- Proporciona información detallada diseño
- Planificación previa a los desastres
- Registro Posdesastre
- El uso para fines de visualización

Recursos requeridos:

- Software de construcción BIM
- Software de BIM para trabajo en la nube
- Escaneo 3D
- Equipo de levantamiento convencional

Las competencias en equipo necesario:

- Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D
- El conocimiento de las herramientas de creación de información de construcción de modelos
- El conocimiento de las herramientas de escaneo 3D
- Conocimiento de herramientas de topografía y equipos convencionales
- Capacidad de filtrar datos que se generan por un escaneo 3D
- Se requerirá habilidad para determinar el nivel de detalle
- Capacidad de generar información de construcción del modelo de exploración láser 3D y/o datos de encuestas convencionales

Recursos seleccionados:

- Administración de los Estados Unidos de Servicios Generales (2009). “GSA Building Information Modeling Guía de la serie: 03 – GSA Guía de BIM 3D Imaging”.
- Arayici, Y. (2008). “Hacia el modelado de información para las estructuras existentes.” Encuesta Estructural 26.3: 210. ABI / INFORM Global.
- Murphy, M., McGovern, E., y Pavía, S. (2009). “La información histórica BIM (HBIM).” Encuesta Estructural 27.4: 311. ABI / INFORM Global.
- Adan, A., Akinci, B., Huber, D., Pingbo, Okorn, B., Tang, P. y Xiong, X. (2010). “El uso de escáneres láser para Modelado y análisis en Arquitectura, Ingeniería y Construcción.

• **DISEÑO**

AUTORÍA DE DISEÑO
Descripción:
<p>Un proceso en el que el software 3D se utiliza para desarrollar un modelo sobre la base de criterios que es importante para el diseño del edificio. Dos grupos de aplicaciones están en el centro de proceso de diseño basado en BIM son de diseño herramientas de autoría y herramientas de auditoría y análisis.</p> <p>Las herramientas de autor crean modelos mientras que las herramientas de auditoría y análisis estudian o se suman a la riqueza de información en un modelo. La mayoría de las herramientas de auditoría y análisis se puede utilizar para el diseño de revisión y análisis de ingeniería BIM. Herramientas de diseño de autor son un primer paso para BIM y la clave está conectando el modelo 3D con una potente base de datos de propiedades, cantidades, medios y métodos, costos y horarios. Para la organización se deben prever ambos perfiles, por cuanto se requiere elaborar diseños, pero el rol principal es el de auditoría.</p>
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transparencia de diseño para todas las partes interesadas ▪ Un mejor control de control y calidad de diseño, costo y cronograma ▪ Visualización de diseño de gran alcance ▪ Colaboración entre los interesados en el proyecto y los usuarios de BIM ▪ Mejora el control de calidad y garantía
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Software de creación de diseño
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D ▪ El conocimiento de los medios y métodos de construcción ▪ Experiencia en diseño y construcción
Referencias Seleccionadas:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tardif, M. (2008). BIM: alcanza adelante, que alcanza de nuevo. AIArchitect esta semana. Cara de la AFP.AIArchitect

ANÁLISIS PRELIMINAR ESTRUCTURAL, ILUMINACIÓN, ENERGÉTICA, MECÁNICA, OTROS
Descripción:
<p>Un proceso en el que el software utiliza el modelo BIM para determinar el método de ingeniería más eficaz basado en las especificaciones de diseño. El desarrollo de esta información es la base de lo que va a ser transmitida al propietario y operador para su uso en los sistemas del edificio (es decir, el análisis de energía, análisis estructural, planes de evacuación de emergencia, etc.). Estas herramientas de análisis y simulaciones de rendimiento pueden mejorar significativamente el diseño de la instalación y su consumo de energía durante su ciclo de vida.</p>
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis para ahorro de tiempo y costo ▪ Las herramientas de análisis son menos costosas y menos perjudicial para el flujo de trabajo establecido ▪ Mejora la experiencia y los servicios especializados que ofrece la empresa de diseño ▪ Lograr la solución de diseño óptimo, eficiencia energética mediante la aplicación de diversos análisis rigurosos



ANÁLISIS PRELIMINAR ESTRUCTURAL, ILUMINACIÓN, ENERGÉTICA, MECÁNICA, OTROS
<ul style="list-style-type: none">▪ Más rápido retorno de la inversión con la aplicación de herramientas de auditoría y análisis para los análisis de ingeniería▪ Mejora la calidad y reducción del tiempo de ciclo de análisis del diseño
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none">▪ Herramientas de creación de diseño▪ Software y herramientas de análisis de ingeniería
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none">▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D▪ Capacidad para evaluar un modelo a través de herramientas de análisis de ingeniería▪ El conocimiento de los medios y métodos de construcción▪ Diseño y construcción de experiencia
Referencias Seleccionadas:
<ul style="list-style-type: none">▪ Malin, N. (2008). Empresas BIM se adquieren las capacidades de modelado de energía. http://greensource.construction.com/news/080403BIMModeling.asp▪ Marsh, A. (2006). Ecotect como una herramienta de enseñanza. http://naturalfrequency.com/articles/ecotectasteacher▪ Marsh, A. (2006). Análisis edificio: trabaje con comodidad, no es difícil. http://naturalfrequency.com/articles/smartmodelling▪ Novitzki, B. (2008). Modelado de energía para la sostenibilidad. http://continuingeducation.construction.com/article.php?L=5&C=399▪ Stumpf, A., Brucker, B. (2008). BIM permite el diseño de análisis energético temprana. http://www.cecer.army.mil/td/tips/docs/BIM-EnergyAnalysis.pdf▪ Programa de edificio del muelle (2008). Estimación de Energía Uso temprano ya menudo. www.esource.com/esource/getpub/public/pdf/cec/CEC-TB-13_EstEnergyUse.pdf▪ Ecotect – Análisis de construcción para los diseñadores. http://www.cabs-cad.com/ecotect.htm▪ Khemlani (2007). AECbytes: Construyendo el futuro (18 de octubre de 2007).

ANÁLISIS DETALLADO DE ENERGÍA
Descripción:
<p>El uso de BIM Energy Analysis Facility es un proceso en la fase de diseño de las instalaciones que uno o más programas de simulación de construcción de energía utilizan un modelo BIM correctamente ajustado para llevar a cabo evaluaciones de energía en el diseño del edificio actual. El objetivo central de este uso de BIM es inspeccionar la construcción de la compatibilidad estándar de energía y buscar oportunidades para optimizar el diseño propuesto para reducir costos en el ciclo de vida de la estructura.</p>
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none">▪ Ahorrar tiempo y costes mediante la obtención de información del edificio y el sistema automáticamente del modelo BIM en lugar de introducir datos manualmente▪ Mejorar la construcción precisa de energía por información como geometría, volúmenes de modelo BIM▪ Ayuda con la construcción de la verificación del código de energía▪ Optimizar el diseño de edificios para una mejor eficiencia de funcionamiento del edificio y reducir la construcción de costo en el ciclo de vida
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none">▪ Software de Análisis y Simulación de Energía

ANÁLISIS DETALLADO DE ENERGÍA
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelos 3D-BIM bien adaptados ▪ Información meteorológica detallada ▪ Normas nacionales o locales de energía
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El conocimiento de los sistemas de construcción de energía básica ▪ El conocimiento de las normas compatibles de energía del edificio ▪ El conocimiento y la experiencia de diseño de sistema de construcción ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D ▪ Capacidad para evaluar un modelo a través de herramientas de análisis de ingeniería
Referencias Seleccionadas:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ASHRAE. 2009. Manual ASHRE-Fundamentals. Atlanta. Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado Engineers, Inc. ▪ Crawley. DB, Mano, JW, et, 2008. Contrastando las capacidades de construcción de programa de simulación del rendimiento energético. Construcción y Medio Ambiente 43 (2008) 661-673. ▪ Bazjanac. V. 2008. IFC BIM-Basado Metodología para la semi-automatizado de construcción de energía Rendimiento de simulación. Actas del CIB-W78 25ª Internacional de Tecnología de la Información conferencia-en la construcción. ▪ Stumpf. A., Kim. H., Jenicek. E. 2009. Diseño temprana análisis que utilizan energía (BIMS Datos de la construcción Modelos). 2009 Congreso de Investigación de la construcción. ASCE. ▪ Cho. YK, Alaskar. S., y Bode.TA 2010. BIM-integrado de materiales sostenibles y renovables de energía simulación. 2010 Congreso de Investigación de la construcción. ASCE.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL, ILUMINACIÓN, ENERGÉTICA, MECÁNICA, OTROS
Descripción:
<p>Proceso en el que el software de modelado analítico utiliza el modelo de diseño de autoría BIM para determinar el comportamiento de un sistema estructural dado. Con los estándares mínimos requeridos para el modelado de diseño y análisis estructural se utilizan para la optimización. Basándose en este análisis ulterior desarrollo y refinamiento del diseño estructural se crean sistemas estructurales eficaces, eficientes, y construibles. El desarrollo de esta información es la base de lo que será la fabricación y la construcción del sistema.</p> <p>Este uso BIM no necesita ser implementado desde el principio del diseño para ser beneficioso. A menudo, el análisis estructural se implementa en el nivel de diseño de conexión para hacer la fabricación más rápida, más eficaz y de una mejor coordinación durante la construcción. Otra aplicación es que esta se refiere y los lazos en el diseño del sistema es la construcción, los ejemplos incluyen: diseño de colocación de elementos, medios, métodos de construcción, y el equipo. La aplicación de esta herramienta de análisis sirve para las simulaciones de rendimiento que pueden mejorar significativamente el diseño, rendimiento y seguridad de la instalación durante su ciclo de vida.</p>
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ahorrar tiempo y dinero en la creación de modelos adicionales ▪ Mejorar la experiencia y los servicios especializados que ofrece la empresa de diseño ▪ Lograr soluciones de diseño eficientes óptimos mediante la aplicación de diversos análisis rigurosos ▪ Mayor retorno de la inversión con la aplicación de herramientas de auditoría y análisis para los análisis de ingeniería

ANÁLISIS ESTRUCTURAL, ILUMINACIÓN, ENERGÉTICA, MECÁNICA, OTROS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejorar la calidad de los análisis del diseño ▪ Reducir el tiempo de ciclo de análisis del diseño
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Herramientas de diseño de creación ▪ Estructurales herramientas de análisis de ingeniería y software ▪ Las normas de diseño y códigos ▪ El hardware adecuado para ejecutar el software
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad para crear, manipular, navegar y revisar un modelo estructural 3D ▪ Capacidad para evaluar un modelo a través de herramientas de análisis de ingeniería ▪ Conocimiento de los métodos de viabilidad de construcción ▪ El conocimiento de las técnicas de análisis de modelado ▪ El conocimiento del comportamiento y diseño estructural ▪ Experiencia en el diseño ▪ Experiencia en integración de sistemas relacionados con la construcción en su conjunto ▪ Experiencia en métodos de secuenciación estructurales
Referencias Seleccionadas:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ikerd, Will (2007) “La importancia de BIM en Ingeniería Estructural: El mayor cambio en más de un siglo” Revista Estructura, octubre de 2007, xxviiierno 37-40 ▪ Burt, Bruce (2009) “BIM Interoperabilidad: la Promesa y la Realidad” Revista Estructura, diciembre de 2009, xxviiierno 19-21 ▪ Faraone, Thomas, et al. (2009) “Recursos BIM para la AEC Comunidad” Revista Estructura, marzo de 2009, xxviiierno 32-33 ▪ Eastman et al (2010) “Cambio de modelo y de intercambio de objetos Conceptos para la aplicación de las Normas Nacionales BIM”, Revista de Informática en Ingeniería Civil, (enero / febrero de 2010): 25-34. ASCE. ▪ Barak et al (2009) “requisitos únicos de Building Information Modeling para CIP Hormigón Armado”, Revista de Informática en Ingeniería Civil, (marzo / abril de 2009): 64-74. ASCE.

EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD (LEED)
Descripción:
<p>Un proceso en el que un proyecto BIM se evalúa en función de criterios de sostenibilidad o LEED. Este proceso debe ocurrir durante todas las etapas de una vida instalaciones, incluyendo la planificación, diseño, construcción y operación. La aplicación de las características sostenibles a un proyecto en las fases de planificación y diseño temprano es más eficaz (capacidad de impacto de diseño) y eficiente (costo y el tiempo de las decisiones). Este proceso integral requiere más disciplinas para interactuar anterior al proporcionar información valiosa. Esta integración puede requerir integración contractual en fase de planificación. Además de lograr objetivos sostenibles, teniendo proceso de aprobación LEED añade ciertos cálculos, documentación, verificaciones, simulaciones y cálculos de energía.</p>
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Facilita la interacción, la colaboración y la coordinación de los miembros del equipo temprano en el proceso del proyecto se considera que es favorable para los proyectos sostenibles. ▪ Permite la evaluación temprana y fiable de alternativas de diseño. ▪ La disponibilidad de información crítica temprana ayuda a la resolución de problemas de

EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD (LEED)

- manera eficiente en términos de incremento de costes y conflictos de programación.
- Acorta el proceso de diseño real con la ayuda de las decisiones de diseño facilitadas tempranas. Más corto proceso de diseño es rentable y proporciona más tiempo para otros proyectos.
 - Conduce a una mejor calidad de la entrega del proyecto.
 - Reduce la carga después de la documentación de diseño y acelera la certificación porque los cálculos preparados al mismo tiempo se pueden utilizar para la verificación.
 - Reduce los costos operacionales de la instalación debido a la eficiencia energética del proyecto. Se ha optimizado el rendimiento del edificio a través de la gestión energética mejorada.
 - Aumenta el énfasis en el diseño amigable con el medio ambiente y sostenible.
 - equipo de proyecto asistencias con posibles futuras revisiones a lo largo del ciclo de vida.

Recursos requeridos:

- software de diseño de autor

Las competencias en equipo necesario:

- Capacidad de crear y de revisión de modelos 3D
- El conocimiento de créditos LEED
- Capacidad para organizar y gestionar la base de datos

Recursos seleccionados:

- Krygiel, E., y Brad, N., 2008, “BIM verde: Diseño Sostenible exitosa con Building Information Modeling,” San Francisco.
- McGraw Hill Construction, 2010, “Building Information Modeling BIM verde ¿Cómo está contribuyendo al diseño de la construcción verde,” informe Smart market, McGraw Hill Construction.
- El Programa de Investigación Integrada por Computadora de construcción, 2010, “Ejecución de Proyectos BIM Planificación Versión 2.0”, Universidad de Penn State.
- Balfour Beatty Construction, 2010, “La sostenibilidad y la Guía Ingeniería Versión 2.0”, Balfour Beatty Constrution.

REVISIONES DE DISEÑO

Descripción:

Proceso en el que las partes interesadas ven un modelo 3D y proporcionan sus evaluaciones para validar múltiples aspectos de diseño. Estos aspectos incluyen la evaluación de cumplimiento del programa, la vista previa de la estética y el diseño del espacio en un entorno virtual, y el establecimiento de criterios tales como el diseño, líneas de visión, iluminación, seguridad, ergonomía, acústica, texturas y colores, etc.

Valor potencial:

- Eliminar los costos de maquetas
- Las diferentes opciones de diseño y alternativas pueden ser fácilmente modelados y cambiar en tiempo real durante la revisión del diseño
- Crear un diseño más corto y eficiente con el proceso de revisión
- Evaluar la eficacia del diseño en el cumplimiento de los criterios del programa de construcción y las necesidades del propietario
- Mejorar la salud, la seguridad y el bienestar para aspectos de diseño en sus proyectos
- Comunicar fácilmente el diseño para el propietario, equipo de construcción y de los usuarios finales
- Obtener retroalimentación instantánea sobre los requisitos del programa de reuniones, las

REVISIONES DE DISEÑO
necesidades del propietario y estética del edificio o espacio
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumentará en gran medida la coordinación y la comunicación entre las diferentes partes
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Software diseño ▪ Espacio de revisión interactivo ▪ Hardware que es capaz de procesar potenciales grandes archivos de modelo
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D ▪ Capacidad evaluar modelos foto realistas, incluyendo texturas, colores y acabados y de fácil navegación mediante el uso de diferentes programas ▪ Fuerte sentido de la coordinación ▪ Fuerte comprensión de cómo los sistemas de construcción / instalación se integran entre sí
Recursos seleccionados:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bassanino, mayo Wu, Cheng Kuo-Yao, Jialiang Khosrowshahi, Farzad Fernando, Terrence Skjaerbaek, Jens. (2010). “El impacto de la realidad virtual de inmersión en la visualización para una revisión de diseño en la construcción”, 14ª Conferencia Internacional de Visualización de Información. ▪ Dunston, Phillip S., Arns, Laura L., y McGlothlin, James D. (2007). “Un inmersivo de realidad virtual Mock-Up para la revisión de diseño de habitaciones de los pacientes del hospital,” 7ª Conferencia Internacional sobre Aplicaciones Construcción de la Realidad Virtual, University Park, Pensilvania, Octubre 22- 23. ▪ Majumdar, Tulika, Fischer, Martin A., y Schwegler, Benedict R. (2006). “Conceptual Design Review con una realidad virtual Mock Up-Modelo,” Sobre la base de TI: Conferencia Internacional Conjunta sobre Informática y toma de decisiones en ingeniería civil y construcción, Hugues Rivard, Edmond Miresco, y Hani Melham, editores, Montreal, Canadá 14 de junio -16, 2902-2911. ▪ Maldovan, Kurt D., Messner, John I., y Faddoul, Mera (2006). “Marco para la Revisión de maquetas en un ambiente de inmersión,” CONVR 2006: 6ª Conferencia Internacional sobre Aplicaciones Construcción de la Realidad Virtual, R. Raymond ISSA, redactor, Orlando, Florida, Agosto 3-4, en CD. ▪ NavisWorks (2007), “integrada BIM y revisión de diseño para aumentar la seguridad, mejores edificios” (Http://www.eua.com/pdf/resources/integrated_project/Integrated_BIM-safer_better_buildings.pdf). ▪ Shiratuddin, MF y Thabet, Walida. (2003). “Marco para un diseño de sistema Colaborador de Revisión Utilizando el torneo irreal herramienta de desarrollo de juegos (UT),” Informe del CIB. ▪ Xiangyu Wang y Phillip S. Dunston. (2005). “Sistema de Evaluación de un prototipo de colaboración basado en Realidad Mixta para la Colaboración mecánica Design Review,” La computación en Ingeniería Civil, Volumen 21, Número 6, página: 393-401.

- **CONSTRUCCIÓN**

PLANIFICACIÓN DE UTILIZACIÓN DEL SITIO
Descripción:
Proceso en el que se utiliza BIM para representar gráficamente instalaciones permanentes y temporales en el sitio durante varias fases del proceso de construcción. También puede estar relacionado con el programa de actividad de la construcción para transmitir los requerimientos de espacio y de secuenciación. Información adicional incorporada en el modelo puede incluir los recursos de mano de obra, materiales asociados y la ubicación del equipo. Debido a que los componentes del modelo 3D pueden estar directamente relacionados con el programa, las funciones de gestión de sitios tales como la planificación a corto plazo, re-planificación y análisis de recursos pueden ser analizados a través de diferentes datos espaciales y temporales.
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ De manera eficiente se genera el uso del sitio para instalaciones temporales, las zonas de montaje, y las entregas de material para todas las fases de la construcción ▪ Identificar rápidamente potenciales conflictos de tiempo y espacio ▪ Evaluar con precisión el diseño del sitio por razones de seguridad ▪ Seleccionar un esquema de construcción viable ▪ Comunicación efectiva de la secuencia de construcción y el diseño para todas las partes interesadas ▪ Actualizar fácilmente la organización del sitio y el uso del espacio ▪ Minimizar la cantidad de tiempo empleado en realizar la planificación de uso del sitio
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Software de diseño de autor ▪ Software de programación ▪ Software de integración de modelo 4D ▪ Plan detallado de sitio con las condiciones existentes
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad para crear, manipular, navegar y revisar un modelo 3D ▪ Capacidad de manipular y evaluar horario de la construcción con un modelo 3D ▪ Capacidad para comprender los métodos de construcción típicos ▪ Capacidad de traducir el conocimiento de campo a un proceso tecnológico
Recursos seleccionados:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chau, KW; M. Anson, y JP Zhang. (Julio / agosto de 2004) “Visualización cuatro dimensiones de la Construcción Programación y utilización del sitio.” Diario de Ingeniería y Gestión de la Construcción. 598-606. ASCE. 5 septiembre de 2008. http://cedb.asce.org/cgi/WWWdisplay.cgi?0410956 ▪ Dawud, Nashwam et al. (2005) “The Virtual emplazamiento de la obra (VIRCON) Herramientas: Un Industriales ▪ Evaluación “. Itcon. Vol. 10 43-54. 8 septiembre de 2008. http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2005_5 ▪ Heesom, David y Lamine Mahdjoubi. (Febrero de 2004) “Tendencias de 4D aplicaciones CAD para la planificación de la construcción.” Gestión de la Construcción y Economía. 22 171-182. 8 septiembre de 2008. http://www.tamu.edu/classes/choudhury/articles/1.pdf ▪ JP Zhang, M. Anson y Q. Wang. (2000) “Un enfoque de gestión Nueva 4D de Ordenación de la Edificación y la utilización del espacio del sitio.” Actas de la Octava Conferencia Internacional sobre Informática en Ingeniería Civil y Construcción 279, 3 (2000) ASCE. A 21 septiembre de

PLANIFICACIÓN DE UTILIZACIÓN DEL SITIO

2010.[http://dx.doi.org/10.1061/40513\(279\)3](http://dx.doi.org/10.1061/40513(279)3).

- JH Kang, SD Anderson, MJ Clayton. (Junio de 2007) “Estudio empírico en el mérito de visualización 4D a través de Internet en colaboración Planificación de construcción y programación.” J. Constr. Engrg. Y Gestion. Volumen 133, No. 6, pp. 447-461 ASCE. 20 de septiembre de 2010. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2007\)133:6\(447\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2007)133:6(447))
- Timo Hartmann, Ju Gao y Martin Fischer. (Octubre de 2008) “Áreas de aplicación de los modelos 3D y 4D.” Revista de Ingeniería de la Construcción y Gestión (el volumen 135, número 10): 776-785.
- Ting Huang, CW Kong, HL Guo, Andrew Baldwin, Heng Li. (Agosto de 2007) “Un sistema de prototipado virtual para la simulación de procesos de construcción.” La automatización en la construcción (Volumen 16, Número 5): Páginas 576-585, (<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V20-4MFJT9J-1/2/45%7645cc1a6836c45317a012fbc181a>)

DISEÑO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVO

Descripción:

Proceso en el que software de diseño 3D se utiliza para diseñar y analizar la construcción de un sistema de construcción complejo con el fin de aumentar la productividad desde la planificación.

Valor potencial:

- Aumentar la factibilidad de construcción de un sistema de construcción compleja
- Aumentar la productividad construcción
- Aumentar la conciencia sobre la seguridad de un sistema de construcción compleja
- Disminuir las barreras del idioma

Recursos requeridos:

- software de diseño 3D

Las competencias en equipo necesario:

- Capacidad de manipular, navegar, y revisión de modelos 3D
- Capacidad para tomar decisiones apropiadas de construcción utilizando un software de diseño 3D
- El conocimiento de las prácticas de construcción típicos y apropiados para cada componente

Recursos seleccionados:

- Leventhal, Lauren “Instrucción para la entrega Intrínsecamente-3D tareas de construcción: Lecciones y preguntas para la accesibilidad universal”. Taller de Accesibilidad Universal de la computación ubicua: Proporcionar a las personas mayores.
- Khemlano (2007). AECbytes: Construyendo el futuro (18 de octubre de 2007).

FABRICACIÓN DIGITAL

Descripción:

Proceso que utiliza la información digitalizada para facilitar la fabricación de materiales de construcción o conjuntos. Algunos usos de la fabricación digital se pueden ver en la hoja de fabricación de metales, fabricación de acero estructural, corte de tubos, creación de prototipos para el diseño críticas intención etc. Ayuda a asegurar que la fase aguas debajo de fabricación tiene ambigüedades mínimos y suficiente información para fabricar con un mínimo de desperdicio. Un modelo de información también podría ser utilizado con tecnologías adecuadas para ensamblar las

FABRICACIÓN DIGITAL
<p>piezas fabricadas en el conjunto final.</p> <p>Para la organización no es responsabilidad directa este uso, ya que la función principal no corresponde a participar directamente en la fabricación, pero si puede ser interviniente en componentes relacionados con el seguimiento y supervisión de este aspecto.</p>
<p>Valor potencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Asegurar la calidad de la información ▪ Minimizar tolerancias ▪ Aumento de la productividad y la seguridad de fabricación ▪ Reducir el tiempo de espera ▪ Adaptar los últimos cambios en el diseño ▪ Reducción de la dependencia sobre papel dibujos 2D
<p>Recursos requeridos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Software de creación de diseño ▪ Datos legibles por máquina para la fabricación ▪ Los métodos de fabricación
<p>Las competencias en equipo necesario:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad para comprender y crear modelos de fabricación ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D ▪ Capacidad para extraer información digital para la fabricación de modelos 3D ▪ Capacidad de fabricar elementos de construcción utilizando la información digital ▪ Capacidad para comprender los métodos de fabricación típicos
<p>Recursos seleccionados:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eastman, C. (2008) “BIM MANUAL Una guía para Building Information Modeling por los propietarios, administradores, diseñadores, ingenieros y contratistas.” ▪ Papanikolaou, D. (2008). “Teoría de fabricación Sistema de producción digital: hacia un entorno integrado para el diseño y producción de montajes.” Cuba, 484-488. ▪ Reifschneider, M. (2009). “La gestión de la calidad si el acero estructural Building Information Modeling”. ▪ Rundell, R. (2008). “BIM y Fabricación Digital (1-2-3 Revit tutorial).” ▪ Sass, L. (2005). “Un sistema de producción para el diseño y la construcción con la fabricación digital.” MIT. ▪ Seely, JC (2004). “Fabricación digital en el proceso de diseño arquitectónico.” Tesis de Maestría, Massachusetts Instituto de tecnología.

CONTROL Y PLANIFICACIÓN
<p>Descripción:</p> <p>Proceso que utiliza un modelo de información a la disposición conjuntos de instalaciones o automatizar el control del movimiento y la ubicación del equipo. El modelo de información se utiliza para crear detallada de puntos de control en la disposición de montaje.</p>
<p>Valor potencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disminuir los errores de diseño mediante la vinculación de modelo con las coordenadas del mundo real ▪ Aumentar la eficiencia y la productividad en el levantamiento en campo ▪ Reducir retrabajo porque los puntos de control se reciben directamente del modelo
<p>Recursos requeridos:</p>

CONTROL Y PLANIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Máquinas con capacidades de GPS ▪ Equipo de diseño digital
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad para crear, manipular, navegar y revisar el modelo 3D ▪ Capacidad para interpretar si los datos de modelo son apropiados para el diseño y control de equipos.
Recursos seleccionados:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garrett, RE (2007, enero-febrero). PennDOT punto de abrazar la tecnología GPS. Obtenido de 2010, de gradingandexcavation.com:http://www.gradingandexcavation.com/january-february-2007/penn-dot-gps-technology.aspx. ▪ Strafaci, A. (2008, octubre). ¿Qué significa BIM para ingenieros civiles? Obtenido de 2010, de cenews.com: http://images.autodesk.com/emea_s_main/files/what_does_bim_mean_for_civil_engineers_c_e_news_1008.pdf ▪ TEKLA Internacional. (2008, 28 de octubre). Tekla Corporation y Trimble a mejorar la construcción Diseño del campo Uso de Building Information Modeling. Obtenido de 2010, de tekla.com:http://www.tekla.com/us/about-es/noticias/Páginas/TeklaTrimble.aspx
COORDINACIÓN
Descripción:
Proceso en el que el software de detección de interferencias se utiliza para coordinación de campo para determinar los conflictos mediante la comparación de los modelos 3D de los sistemas del edificio. El objetivo de la detección de conflictos es la eliminación de los principales conflictos del sistema antes de la instalación.
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coordinar proyecto de construcción a través de un modelo ▪ Reducir y eliminar los conflictos de campo ▪ Visualizar la construcción ▪ Aumentar la productividad ▪ Reducción de costos de construcción; potencialmente crecimiento menor costo (es decir, menos órdenes de cambio) ▪ Disminuir el tiempo de construcción ▪ Aumentar la productividad en el sitio ▪ Más preciso como dibujos construidos
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El diseño de software de creación ▪ La solicitud de modelo de la opinión
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Habilidad para tratar con las personas y los retos del proyecto ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D ▪ El conocimiento de las solicitudes de modelos BIM para actualizaciones de instalaciones ▪ El conocimiento de los sistemas del edificio.
Referencias Seleccionadas:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Staub-Francés S y Khanzode A (2007)“Modelado en 3D y 4D para el diseño y construcción de coordinación: problemas y lecciones aprendidas” Vol Itcon. 12, pg. 381-407,



COORDINACIÓN

<http://www.itcon.org/2007/26>

- Khanzode A, Fischer M, D Reed (2008) “Los beneficios y las lecciones aprendidas de la implementación de edificio virtual (VDC) tecnologías de diseño y construcción para la coordinación de los mecánicos, eléctricos, y de plomería (MEP), los sistemas de asistencia sanitaria en un proyecto grande”, Itcon Vol. 13, número especial Los estudios de casos de uso de BIM , Pág. 324-342, <http://www.itcon.org/2008/22>

• **OPERACIÓN**

PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO
<p>Descripción:</p> <p>Proceso en el que la funcionalidad de la estructura del edificio (paredes, pisos, techo, etc) y el equipo que sirve el edificio (mecánico, eléctrico, fontanería, etc) se mantienen durante la vida operacional de una instalación. Un programa de mantenimiento con éxito mejorará el rendimiento del edificio, reduce las reparaciones y los costos de mantenimiento.</p>
<p>Valor potencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Planificar actividades de mantenimiento de forma proactiva y adecuada asignando personal de mantenimiento ▪ Trazabilidad de historial de mantenimiento ▪ Reducir reparaciones de mantenimiento de emergencia y mantenimiento correctivo ▪ Aumentar la productividad del personal de mantenimiento debido a que la ubicación física del equipo / sistema se entiende claramente ▪ Evaluar los diferentes enfoques basados en el precio de mantenimiento ▪ Permitir a los administradores de instalaciones justificar la necesidad y el costo de establecer un programa de mantenimiento centrado en la fiabilidad
<p>Recursos requeridos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Software de revisión de diseño para ver el modelo de grabación y componentes ▪ Sistema de automatización de edificios ▪ Sistema de gestión de mantenimiento ▪ Tablero de instrumentos vinculados al registro de modelo para proporcionar información sobre el rendimiento del edificio y otra información para capacitar a los usuarios del edificio
<p>Las competencias en equipo necesario:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad para comprender y manipular sistemas y control de edificios ▪ Capacidad para comprender el equipo típico prácticas de operación y mantenimiento ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D
<p>Recursos seleccionados:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Campbell, DA (2007). Aplicaciones Web para AEC, Simposio Web 3D – BIM. ▪ Fallon, K. (2008). “Interoperabilidad: fundamental para lograr los beneficios de BIM”. AIA Edges sitio web: Singh, H .; WH Dunn (2008). La integración de Instalaciones para tubos de la estufa total Asset Management (TAM). Journal of Building Information Modeling, primavera de 2008.http://www.aia.org/nwsltr_tap.cfm pagename = tap_a_0704_interop ▪ ASHRAE (2003). HVAC Manual de diseño para hospitales y clínicas. Atlanta, Georgia. (2004). Programa de gestión de la energía federal. O & M Buenas Prácticas: Una guía para lograr la eficiencia operativa, versión 2.0. De julio de 2004. www1.eere.energy.gov/femp/pds.OM_5.pdf ▪ Piotrowski, J. (2001). Mantenimiento proactivo para bombas. Archivos, febrero de 2001, Pump-Zone.com

SISTEMAS DE ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN
<p>Descripción:</p> <p>Proceso que mide el rendimiento de un edificio comparado con el diseño especificado. Esto incluye cómo opera el sistema mecánico y la cantidad de energía de un edificio utiliza. Otros aspectos de este análisis incluyen, pero no se limitan a los estudios de ventilación, análisis de iluminación, el flujo de aire y el análisis solar.</p>

SISTEMAS DE ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asegurar que el proyecto está funcionando con el diseño especificado y normas sostenibles ▪ Identificar las oportunidades para modificar las operaciones del sistema para mejorar el rendimiento ▪ Crear un escenario de “qué pasaría si” y cambiar diferentes materiales en todo el edificio para mostrar mejor o peores condiciones de desempeño
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Software de análisis de sistemas de construcción de (energía, iluminación, mecánica, otros)
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad para comprender y manipular sistemas con registro del modelo ▪ Capacidad para comprender el equipo típico de prácticas de operación y mantenimiento ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D
Recursos seleccionados:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ayat E. Osman, Robert Ries. “Optimización para sistemas de cogeneración en edificios basado en la evaluación del ciclo de vida” de mayo de 2006, http://itocn.org/2006/20/ ▪ “Análisis de rendimiento de construcción, usando Revit” 2007 Autodesk, Inc., http://images.autodesk.com/adsk/files/building_performance_analysis_using_revit.pdf

GESTIÓN DE ACTIVOS
Descripción:
<p>Proceso en el que un sistema de gestión organizado es bidireccional vinculado a un modelo de registro para ayudar de manera eficiente en el mantenimiento y operación de una instalación y sus activos. Estos activos, que consisten en la construcción física, sistemas, entorno y el equipo, se deben mantener, actualizar y operar con una eficiencia que satisfaga tanto el propietario y los usuarios de la manera más rentable. Es una ayuda en la toma de decisiones financieras, a corto plazo y la planificación a largo plazo, y la generación de órdenes de trabajo programado.</p>
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operaciones de la tienda, manuales de usuario propietario de mantenimiento, y las especificaciones del equipo para un acceso más rápido. ▪ Realizar y analizar las evaluaciones del estado de las instalaciones y equipos ▪ Mantener actualizada al día los datos de las instalaciones y equipos, incluyendo pero no limitado a los programas de mantenimiento, garantías, datos de costos, mejoras, reemplazos, daños / deterioro, registros de mantenimiento, datos del fabricante y funcionalidad de los equipos ▪ Proporcionar una fuente completa para el seguimiento de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de los activos de un edificio para el propietario, equipo de mantenimiento, y el departamento financiero ▪ Producir cálculos de cantidades precisas de los activos actuales de la empresa que ayuda en la presentación de informes financieros, la licitación, y la estimación de las futuras consecuencias financieras de las mejoras o sustituciones de un activo en particular. ▪ Permitir futuras actualizaciones del modelo de historia para mostrar información de edificios activo corriente después de las actualizaciones, reemplazos, mantenimiento o mediante el seguimiento de los cambios y la importación de nueva información en el modelo. ▪ Ayuda a la solicitud de recursos con el análisis de manera eficiente los diferentes tipos de activos a través de un mayor nivel de visualización ▪ Aumenta la oportunidad para la medición y verificación de los sistemas durante la construcción

GESTIÓN DE ACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Generar automáticamente órdenes de trabajo programadas para el personal de mantenimiento.
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de gestión de activos ▪ Capacidad de bidireccional en el sistema de Gestión de Activos
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar un modelo 3D (se prefiere, pero no es obligatorio) ▪ Capacidad de manipular un sistema de gestión de activos ▪ El conocimiento de los requisitos fiscales y software financiero relacionado ▪ El conocimiento de la construcción y la operación de un edificio (reemplazos, actualizaciones, etc.) ▪ El conocimiento de pre-diseño
Recursos seleccionados:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ BRUSCO. (2010) La aplicación BIM: Guía de un dueño a Comienzo ▪ NIST (2007) Edificios Información general Guía de Entrega: Principios, Metodología, y Caso estudios <http://www.fire.nist.gov/bfrlpubs/build07/PDF/b07015.pdf>

GESTIÓN DE ESPACIO Y SEGUIMIENTO
Descripción:
<p>Proceso en el que se utiliza BIM para distribuir de manera efectiva, administrar y realizar un seguimiento de espacios apropiados y los recursos relacionados dentro de una instalación. Un modelo de información de edificios permite que el equipo de gestión de la instalación analice el uso actual del espacio y aplicar efectivamente la gestión de planificación de la transición hacia los cambios aplicables. Estas aplicaciones son particularmente útiles durante la renovación de un proyecto en el que los segmentos de construcción deben permanecer ocupada. La gestión de espacio y de seguimiento asegura la asignación adecuada de los recursos espaciales a lo largo de la vida de la instalación. Este uso se beneficia de la utilización de la historia del modelo. Esta aplicación a menudo requiere la integración con software de seguimiento espacial.</p>
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Más fácilmente identificación y asignación de espacio para el uso apropiado del edificio ▪ Aumentar la eficiencia de la planificación y gestión de la transición ▪ Rastreo del uso del espacio y los recursos actuales ▪ Ayuda en la planificación de las necesidades futuras de espacio para la instalación
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manipulación bidireccional del modelo 3D; la integración de software y el modelo de registro ▪ Mapeo espacial y la aplicación de entrada de gestión
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de manipular, navegar y revisar modelo de historia ▪ Capacidad para valorar el espacio y el activo circulante y manejar adecuadamente las necesidades futuras ▪ El conocimiento de las aplicaciones de gestión de instalaciones ▪ Capacidad de integrar de manera efectiva el modelo de registro con la aplicación de gestión de instalaciones y software apropiado asociado con las necesidades del cliente.
Recursos seleccionados:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jason Thacker “Gestión de Instalaciones total.” 2010. 19 de septiembre de 2010. Technology

GESTIÓN DE ESPACIO Y SEGUIMIENTO

Associates Corporation International. Web. 19 de septiembre de 2010, <<http://proceedings.esri.com/library/userconf/proco4/docs/pap1519.pdf>>.

- Mapping Your Future Facilities Management. De agosto 2009 Web. 19 Soluciones de septiembre de 2010. Acatech,
- <<https://www.avatech.com/solutions/facilities-management/facilities-management-whitepapers.aspx>>.
- Vacik, Nicolas y Patricia A. Huesca-Dorantes. “La construcción de una base de datos GIS para el espacio y las instalaciones
- Gestión.” Las nuevas direcciones para la investigación institucional, p53-61 n120 2003.

PLANIFICACIÓN DE DESASTRES

Descripción:

Proceso en el que los servicios de emergencia, como Unidades de Operaciones Especiales en Emergencias y Desastres de la Policía Nacional de Colombia (PONALSAR), tendrían acceso a la información crítica edificio en forma de un modelo de sistema e información. BIM proporcionaría información crítica edificio a los actuantes que pudieran mejorar la eficiencia de la respuesta y minimizar los riesgos de seguridad. La información dinámica de construcción estaría a cargo de un sistema de automatización de edificios, mientras que la información de construcción estática, tales como planos y esquemas de equipos, residiría en un modelo BIM. Estos dos sistemas se integrarían y los servicios de emergencia estarían vinculados a un sistema general. BIM sería capaz de mostrar claramente dónde se encuentra la situación de emergencia dentro del edificio, posibles rutas hacia el área y cualquier otro peligro dentro del edificio.

Valor potencial:

- Proporcionar a las entidades encargadas de actuar en una emergencia, acceso a la información crítica edificio en tiempo real
- Mejorar la eficacia de la respuesta de emergencia
- Minimizar los riesgos

Recursos requeridos:

- Software de revisión de diseño
- Sistema de automatización de edificios
- Sistema de gestión de mantenimiento informatizado

Las competencias en equipo necesario:

- Capacidad de manipular, navegar y revisar el modelo BIM para actualizaciones de instalaciones
- Capacidad para comprender la información dinámica
- Capacidad para tomar decisiones apropiadas en caso de emergencia

Recursos seleccionados:

- La construcción de Información para el personal de emergencia. Sistemas, Cibernética e Informática, 11ª Conferencia Mundial Multi (WMSCI 2007). Actas. Volumen 3. Conjuntamente con los Sistemas de Información Análisis y Síntesis: ICEA 2007, 13ª Conferencia Internacional. 8-11 julio de 2007, Orlando, FL, Callaos, N .; Lesso, W .; Zinn,
- DISCOS COMPACTOS; Yang, H., Editor (s) (s), 1-6 pp, 2007. Treado, SJ; Vinh, A .; Holmberg, DG; Galler, M.

REGISTRO DEL MODELO
Descripción:
Es el proceso utilizado para describir una representación exacta de las condiciones físicas, el medio ambiente y los recursos de una instalación. El registro del modelo debe, como mínimo contener información relativa a los principales elementos arquitectónicos, estructurales y MEP. Es la culminación de todo el BIM Modelado lo largo del proyecto, incluyendo la vinculación de operación, mantenimiento y datos de activos con el modelo conforme a obra (creada a partir del diseño, construcción, modelos 4D de coordinación, y modelos de subcontratista de fabricación) para entregar un modelo histórico al dueño o administrador de las instalaciones. Información adicional, incluyendo equipos y sistemas de planificación del espacio puede ser necesario si el propietario tiene la intención de utilizar la información en el futuro.
Valor potencial:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ayuda en el modelado futuro y coordinación del diseño 3D para renovación ▪ Mejorar la documentación para usos futuros, por ejemplo, la renovación o la documentación histórica ▪ La ayuda en el proceso de autorización (por ejemplo, cambio continuo vs. Código especificado.) ▪ Capacidad para incluir datos futuros sobre la base de la renovación o reemplazo de equipos ▪ Proporcionar un modelo preciso de la construcción, equipamiento y espacios dentro de un edificio para crear sinergias posibles con otros usos BIM ▪ Reducir al mínimo la construcción de la información y el almacenamiento necesario para obtener esta información ▪ Evaluar fácilmente los datos de los requerimientos del cliente, tales como zonas de la habitación o el desempeño ambiental a lo diseñado, construido como- o como rendimiento de datos.
Recursos requeridos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelo 3D herramientas de manipulación ▪ Cumplimiento de las herramientas de creación de modelos ▪ El acceso a la información esencial en formato electrónico ▪ Base de datos de activos y equipos con los metadatos
Las competencias en equipo necesario:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de manipular, navegar, y revisión de modelos 3D ▪ Capacidad para utilizar aplicación de modelado BIM para construir actualizaciones ▪ Capacidad para comprender a fondo operaciones de la instalación para asegurar procesos de entrada correcta de la información ▪ Capacidad de comunicarse de manera efectiva entre el diseño, la construcción, e instalaciones de equipos de gestión
Recursos seleccionados:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brown, JL (septiembre de 2009). Apuestas Wisconsin en BIM. Ingeniería Civil, 40-41. ▪ CRC para la construcción de Innovación. La adopción de BIM para Gestión de Instalaciones – Soluciones para la Gestión de la Sydney Opera House. ▪ Gregerson, J. (diciembre de 2009). Para Propietarios, BIM tiene Vim. Edificios, 26. ▪ Knight, D., Roth, S., y Rosen, S. (junio de 2010). El uso de BIM en Diseño HVAC. ASHRAE Journal, 24-34. ▪ Madsen, JJ (julio de 2008). Construir inteligente, más rápido, más barato y con BIM. Edificios, 94-96. ▪ McKew, H. (julio de 2009). Los propietarios, por favor pedir más a su equipo de IPD. Engineered Systems, 50. ▪ Woo, J., Wilsmann, J., y Kang, D. (2010). El uso de as-built Building Information Modeling.



REGISTRO DEL MODELO

Investigación de la construcción Congreso 2010 , 538-548.

ANEXO 4. ANÁLISIS DE PROCESOS

Se realiza el análisis de procesos, sobre la base establecida por la buenas prácticas del PMI (Project Management Institute, 2018), a fin de enmarcar los futuros procesos en las áreas de conocimiento previstas, para el desarrollo de los proyectos de infraestructura de la organización.

	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
Integración	4.1. Desarrollar el acta de constitución del proyecto <ul style="list-style-type: none"> Solicitud para construcción de una unidad policial. 	4.2. Desarrollar el plan para la dirección del proyecto <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de estudio de planeación. Solicitud de recursos económicos para adelantar estudios y diseños, obra o interventoría. 	4.3. Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de estudios previos por parte de la organización. 4.4. Gestionar el conocimiento del proyecto <ul style="list-style-type: none"> Existe doctrina para documentar lecciones aprendidas, pero no existe antecedente de este tipo de gestión para los proyectos de infraestructura. 	4.5. Monitorear y controlar el trabajo del proyecto <ul style="list-style-type: none"> Corresponde a obligaciones contractuales de los interventores de estudios y diseños y de los contratos de obra. La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente. 4.6. Realizar el control integrado de cambios <ul style="list-style-type: none"> No existe antecedente de control de cambios para los proyectos. 	4.7. Cerrar el proyecto o fase <ul style="list-style-type: none"> La entidad procede a entregar la unidad e inaugurar la edificación. No existe antecedente de procedimiento formal para el cierre. La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente para efectos de atención de postventa. No existe procedimientos documentados para postventa. Se inician acciones de operación y mantenimiento.
Alcance		5.1. Planificar la gestión del alcance		5.5. Validar el alcance	

	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
		<ul style="list-style-type: none"> Inclusión en el plan maestro de infraestructura. <p>5.2. Recopilar requisitos</p> <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de matriz de información. <p>5.3. Definir el alcance</p> <ul style="list-style-type: none"> Presentación del estudio de planeación. Elaboración de estudios previos por parte de la organización. Obtenido de consultorías de estudios y diseños contratado. <p>5.4. Crear la EDT/WBS</p> <ul style="list-style-type: none"> No existe antecedente de creación de EDT para los proyectos. 		<ul style="list-style-type: none"> No existe antecedente de validación del alcance para los proyectos. <p>5.6. Controlar el alcance</p> <ul style="list-style-type: none"> Corresponde a obligaciones contractuales de los interventores de estudios y diseños y de los contratos de obra. La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente. 	
Cronograma		<p>6.1. Planificar la gestión del cronograma</p> <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de estudios previos por parte de la organización. Obtenido de consultorías de estudios y diseños contratado. <p>6.2. Definir las actividades</p> <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de estudios previos por 		<p>6.6. Controlar el cronograma</p> <ul style="list-style-type: none"> Corresponde a obligaciones contractuales de los interventores de estudios y diseños y de los contratos de obra. La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente. 	

	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
		<p>parte de la organización.</p> <ul style="list-style-type: none"> Obtenido de consultorías de estudios y diseños contratado. <p>6.3. Secuenciar las actividades</p> <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de estudios previos por parte de la organización. Obtenido de consultorías de estudios y diseños contratado. <p>6.4. Estimar la duración de las actividades</p> <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de estudios previos por parte de la organización. Obtenido de consultorías de estudios y diseños contratado. <p>6.5. Desarrollar el cronograma</p> <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de estudios previos por parte de la organización. Obtenido de consultorías de estudios y diseños contratado. 			

	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
Costos		<p>7.1. Planificar la gestión de los costos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudios previos por parte de la organización. • Obtenido de consultorías de estudios y diseños contratado. <p>7.2. Estimar los costos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtenido de datos históricos de la organización. • Elaboración de estudios previos por parte de la organización. • Obtenido de consultorías de estudios y diseños contratado. <p>7.3. Determinar el presupuesto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudios previos por parte de la organización. • Obtenido de consultorías de estudios y diseños contratado. 		<p>7.4. Controlar los costos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a obligaciones contractuales de los interventores de estudios y diseños y de los contratos de obra. • La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente. 	
Calidad		<p>8.1. Planificar la gestión de la calidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de los requisitos del sistema 	<p>8.2. Gestionar la calidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a obligaciones contractuales con los 	<p>8.3. Controlar la calidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a obligaciones contractuales de los 	

	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
		<p>de gestión integral de la organización.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudios previos por parte de la organización. • Corresponde a obligaciones contractuales con los contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías. 	<p>contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente. 	<p>interventores de estudios y diseños y de los contratos de obra.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente. 	
Recursos		<p>9.1. Planificar la gestión de recursos</p> <ul style="list-style-type: none"> • No existe antecedente para la gestión de recursos humanos de la organización. • Elaboración de estudios previos por parte de la organización. • Corresponde a obligaciones contractuales con los contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías. <p>9.2. Estimar los recursos de las actividades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudios previos por parte de la organización. • Obtenido de consultorías de 	<p>9.3. Adquirir recursos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a obligaciones contractuales con los contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías. • La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente. <p>9.4. Desarrollar el equipo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a obligaciones contractuales con los contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías. • La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la 	<p>9.6. Controlar los recursos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a obligaciones contractuales de los interventores de estudios y diseños y de los contratos de obra. • La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente. 	

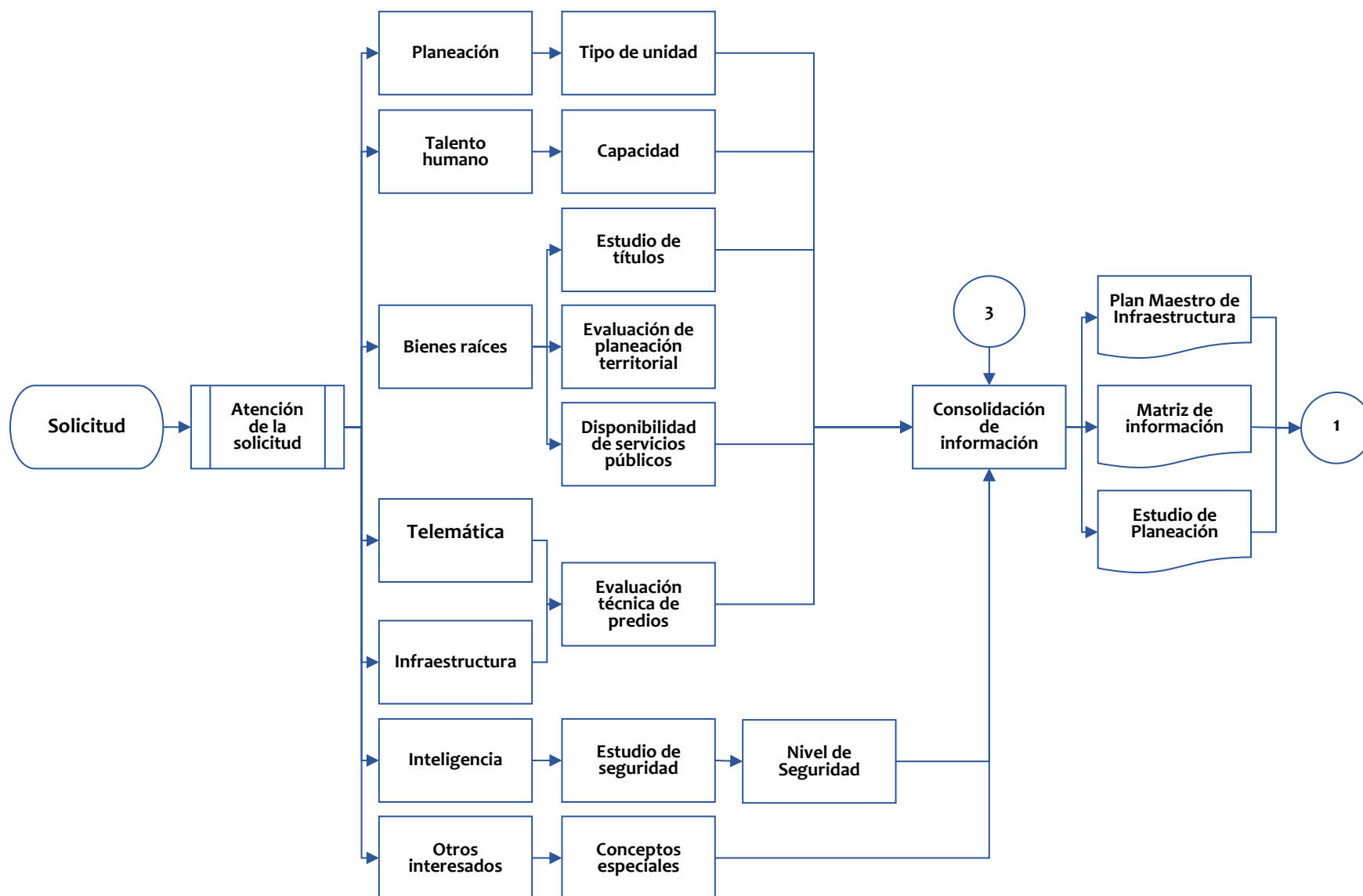
	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
		estudios y diseños contratado.	supervisión correspondiente. 9.5. Dirigir al equipo <ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a obligaciones contractuales con los contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías. • La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente. 		
Comunicaciones		10.1. Planificar la gestión de las comunicaciones <ul style="list-style-type: none"> • No existe antecedente para la gestión de comunicaciones de la organización. • Corresponde a obligaciones contractuales con los contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías. 	10.2. Gestionar las comunicaciones <ul style="list-style-type: none"> • No existe antecedente para la gestión de comunicaciones de la organización. • Corresponde a obligaciones contractuales con los contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías. 	10.3. Monitorear las comunicaciones <ul style="list-style-type: none"> • No existe antecedente para la gestión de comunicaciones de la organización. • Corresponde a obligaciones contractuales con los contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías. 	
Riesgos		11.1. Planificar la gestión de los riesgos <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión integral de la organización. • Elaboración de estudios previos por 	11.6. Implementar la respuesta a los riesgos <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión integral de la organización. • Corresponde a obligaciones contractuales con los 	11.7. Monitorear los riesgos <ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a obligaciones contractuales de los interventores de estudios y diseños y de los contratos de obra. • La organización vela por el cumplimiento 	

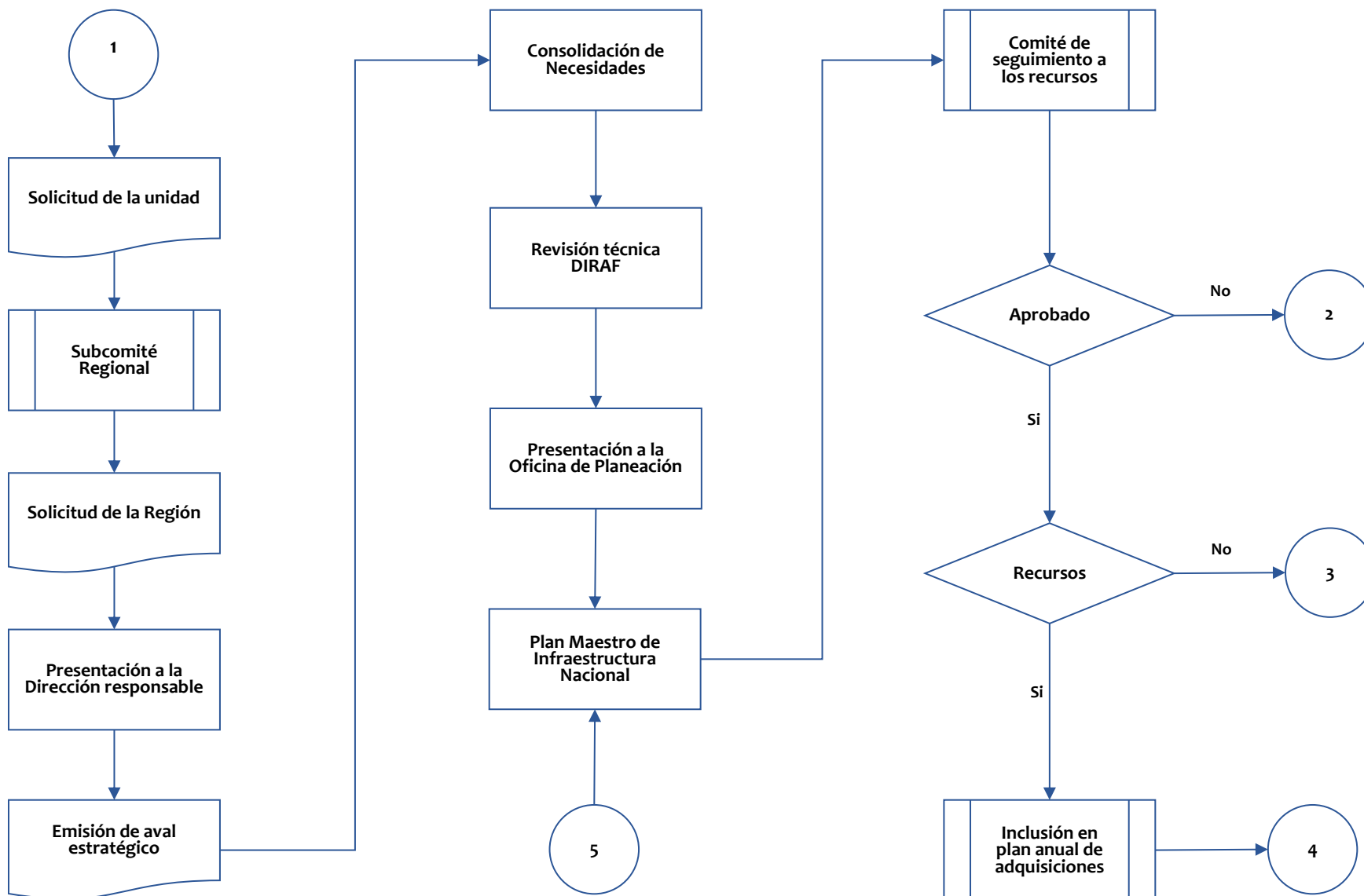
	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
		<p>parte de la organización.</p> <p>11.2. Identificar los riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión integral de la organización. • Elaboración de estudios previos por parte de la organización. <p>11.3. Realizar el análisis cualitativo de riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión integral de la organización • Elaboración de estudios previos por parte de la organización <p>11.4. Realizar el análisis cuantitativo de riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión integral de la organización. • Elaboración de estudios previos por parte de la organización. <p>11.5. Planificar la respuesta a los riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de los requisitos del sistema 	<p>contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías.</p> <p>La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente.</p>	<p>de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente.</p>	

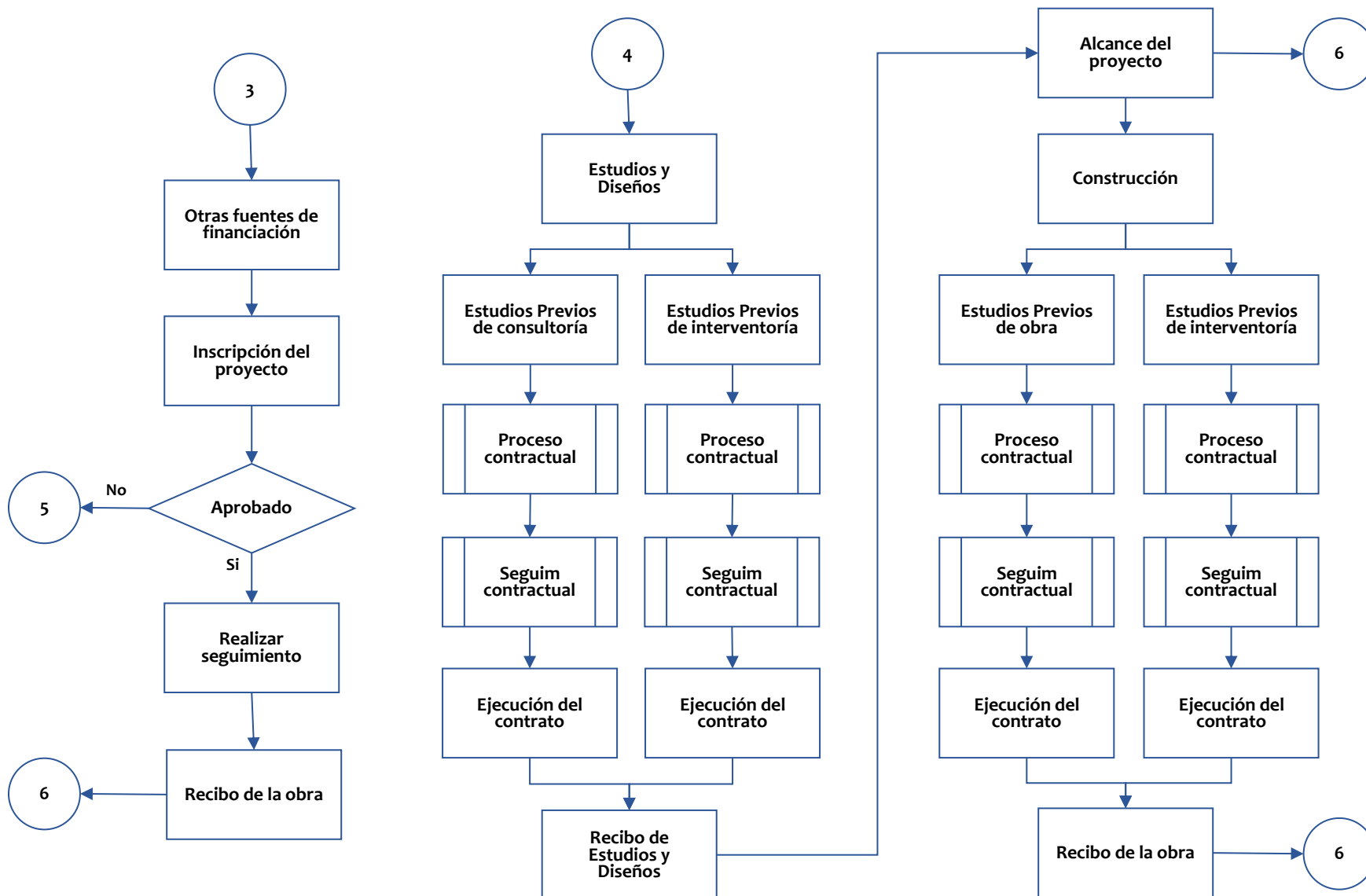
	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
		<p>de gestión integral de la organización.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudios previos por parte de la organización. • Corresponde a obligaciones contractuales con los contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías. 			
Adquisiciones		<p>12.1. Planificar la gestión de las adquisiciones del proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudios previos por parte de la organización • Ejecución de procesos contractuales para estudios y diseños, obra e interventorías. 	<p>12.2. Efectuar las adquisiciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de contratos celebrados por la organización para estudios y diseños, obra e interventorías. • La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente. 	<p>12.3. Controlar las adquisiciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a obligaciones contractuales de los interventores de estudios y diseños y de los contratos de obra. • La organización vela por el cumplimiento de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente. 	
Interesados	<p>13.1. Identificar a los interesados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de análisis y estudios preliminares para determinación de comunidades beneficiadas, entidades participantes y en 	<p>13.2. Planificar el involucramiento de los interesados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudios previos por parte de la organización. • Corresponde a obligaciones contractuales con los contratistas de 	<p>13.3. Gestionar el involucramiento de los interesados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a obligaciones contractuales con los contratistas de estudios y diseños, obra e interventorías. • La organización vela por el cumplimiento 	<p>13.4. Monitorear el involucramiento de los interesados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a obligaciones contractuales de los interventores de estudios y diseños y de los contratos de obra. • La organización vela por el cumplimiento 	

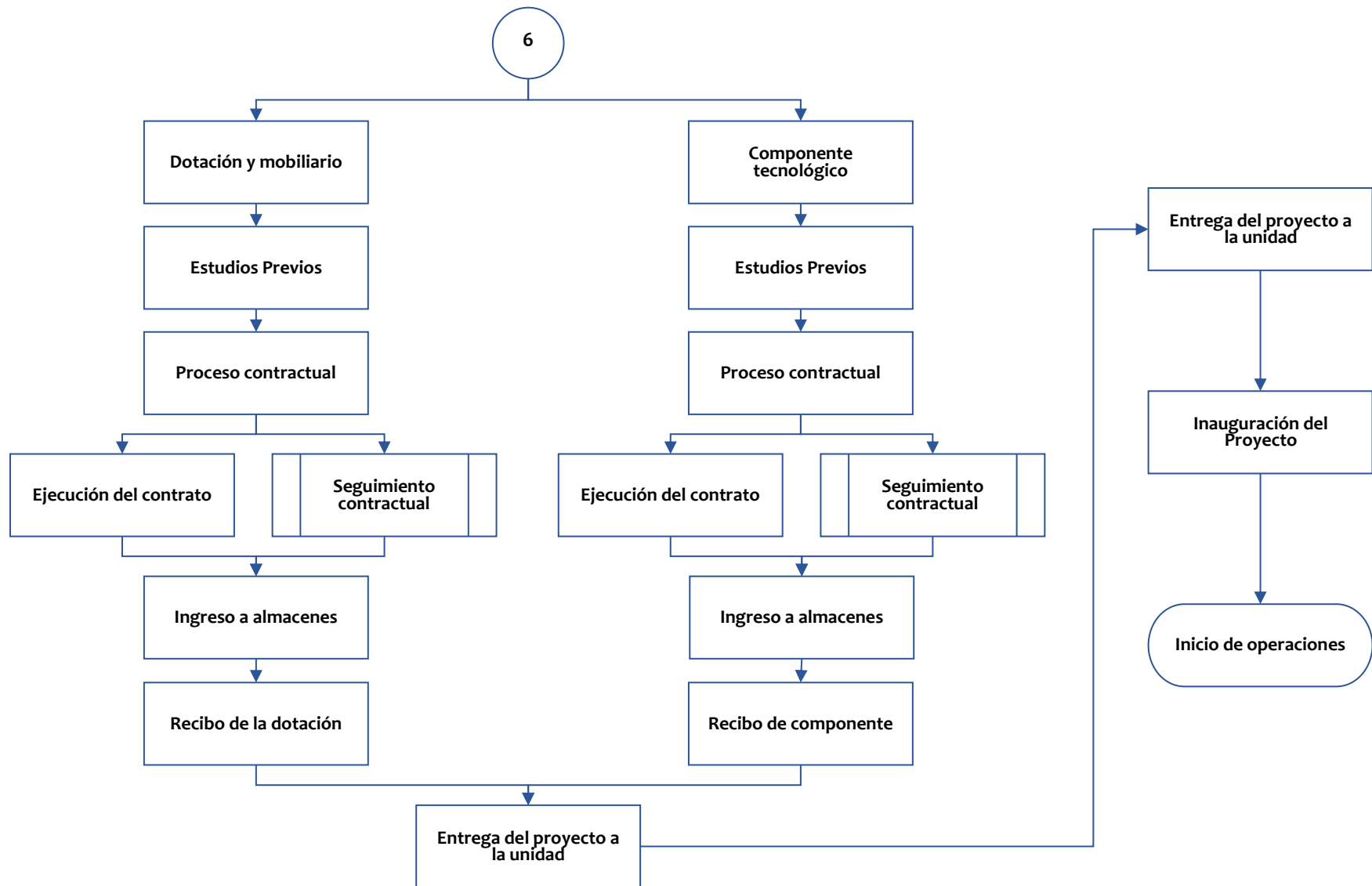


	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
	general de todos los interesados.	estudios y diseños, obra e interventorías.	de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente.	de las obligaciones contractuales con la supervisión correspondiente.	

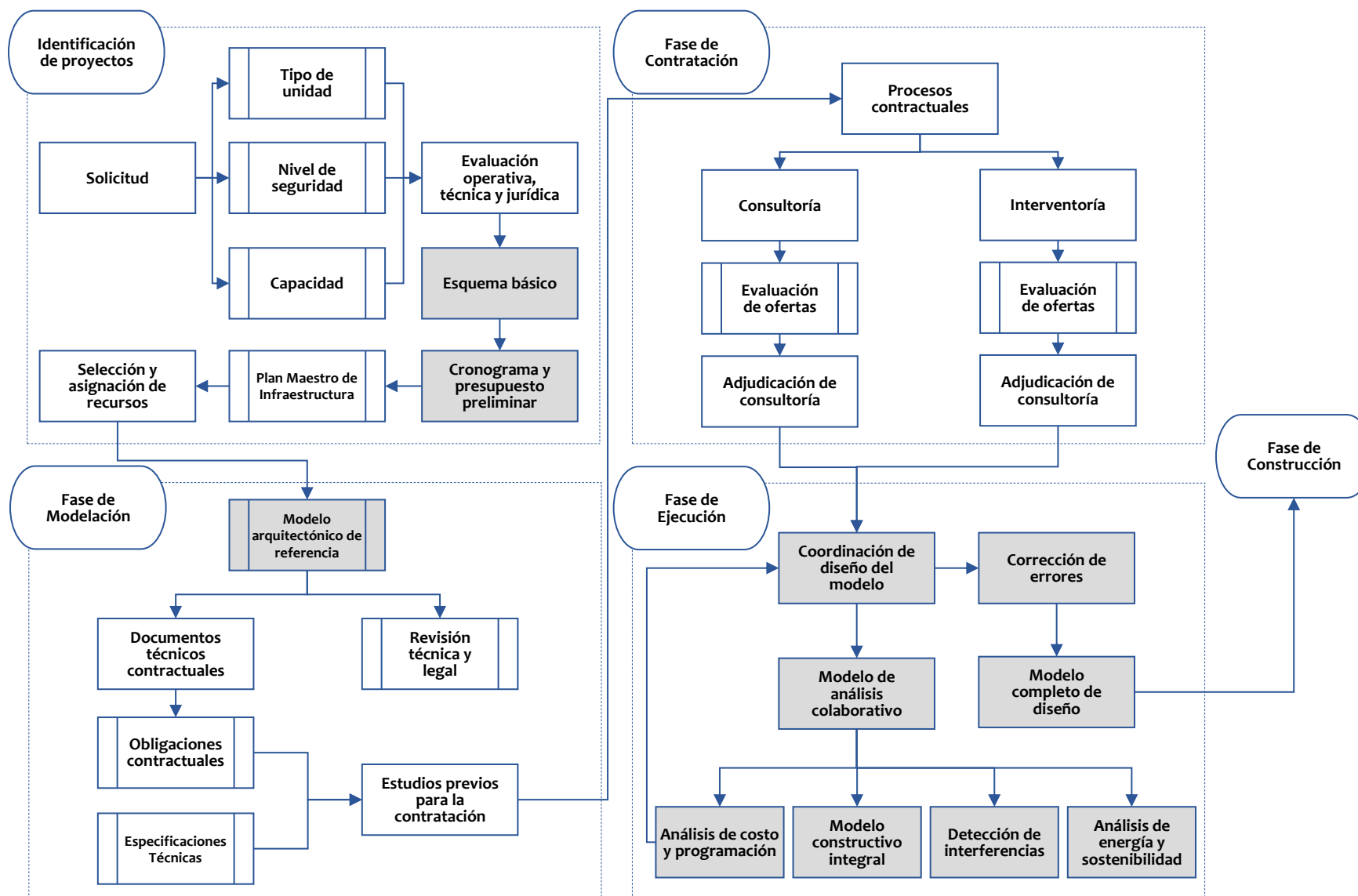






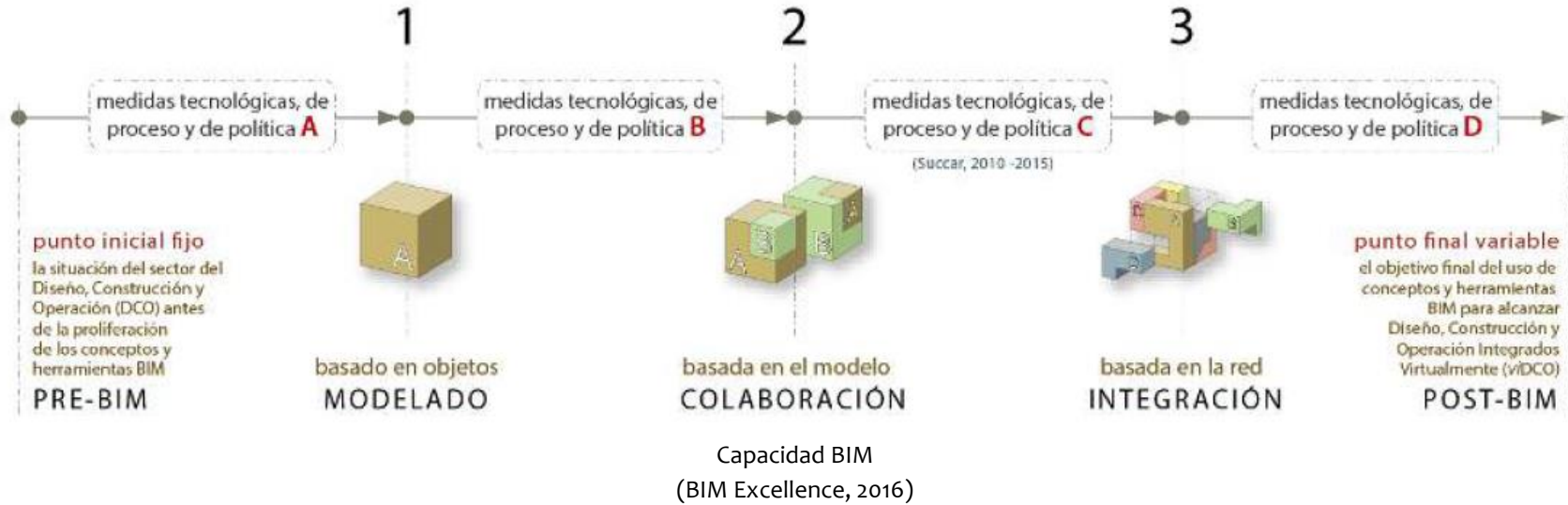


ANEXO 5. PROCESOS CON BIM

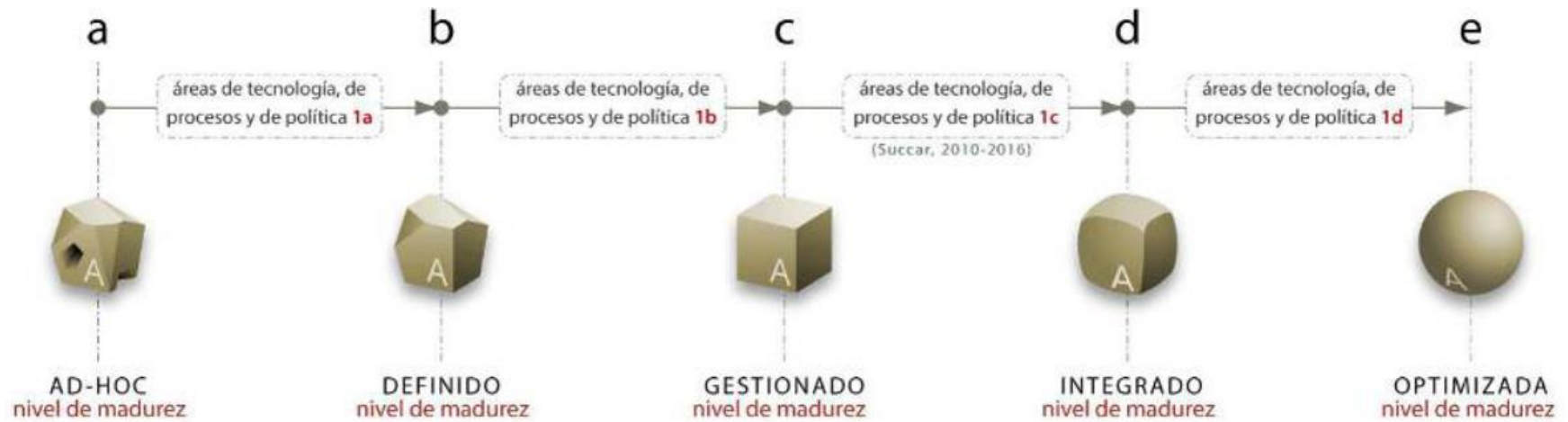


ANEXO 6. MADUREZ BIM

- CAPACIDAD BIM**



- MADUREZ BIM



Madurez BIM
(BIM Excellence, 2016)

• MATRIZ DE MADUREZ BIM

bimexcellence.org

assess
learn
implement

301in.ES Matriz de Madurez BIM v1.22

Áreas de Madurez a Granularidad nivel 1		a INICIAL (0 puntos)	b DEFINIDO (max 10 puntos)	c GESTIONADO (max 20 puntos)	d INTEGRADO (max 30 puntos)	e OPTIMIZADO (max 40 puntos)
SERIES DE CAPACIDADES BIM	Software: aplicaciones, entregables y datos	Uso de aplicaciones de software no monitorizado ni regulado. Los Modelos 3D se usan como base para generar principalmente representaciones 2D / entregables precisos. El uso, almacenamiento e intercambio de datos no se definen dentro de las organizaciones o equipos de proyectos. Los intercambios sufren de una falta grave de interoperabilidad.	El uso / introducción de Software se unifica dentro de una organización o equipos de proyecto (múltiples organizaciones). Los Modelos 3D se utilizan como base para generar tanto entregables 2D como 3D. El uso, almacenamiento e intercambio de datos están bien definidos dentro de las organizaciones y equipos de proyecto. Los intercambios de datos interoperables están definidos y priorizados.	La selección de software y su uso se controla y gestiona de acuerdo con los entregables definidos. Los modelos son la base para las vistas 3D, representaciones 2D, cuantificación, especificación y estudios analíticos. El uso, almacenamiento e intercambio de datos son monitoreados y controlados. El flujo de datos está documentado y bien gestionado. Los intercambios de datos interoperables son obligatorios y se controlan con rigor	La selección e implementación de software sigue objetivos estratégicos, no sólo necesidades operacionales. Los entregables del modelado están bien sincronizados a través de proyectos y estrechamente integrados con los procesos de negocio. El uso, almacenamiento e intercambio de datos interoperables están regulados y se llevan a cabo como parte de una estrategia global de la organización o equipo de proyecto.	La selección / uso de herramientas de software se revisa continuamente para mejorar la productividad y se alinea con los objetivos estratégicos. Los entregables del modelado se revisan / optimizan cíclicamente para beneficiarse de las nuevas funcionalidades y extensiones disponibles de software. Todos los asuntos relacionados con el almacenamiento, uso e intercambio de datos interoperables están documentados, controlados, reflexionados y mejorados de forma proactiva.
	Hardware: equipos, entregables y localización/movilidad ad	Los equipos BIM son inadecuados; las especificaciones son demasiado bajas o inconsistentes en toda la organización. La sustitución o mejora de equipos se considera un coste y sólo se realiza cuando es inevitable.	Las especificaciones de los equipos - adecuados para la realización de productos y servicios BIM - se definen, presupuestan y estandarizan en toda la organización. Las sustituciones y actualizaciones de hardware son partidas de coste bien definidas.	Se dispone de una estrategia para documentar, gestionar y mantener los equipos BIM con transparencia. La inversión en hardware está bien orientada para mejorar la movilidad del personal (en caso necesario) y ampliar la productividad BIM.	Los despliegues de equipos se tratan como facilitadores BIM. La inversión en equipos se integra perfectamente con los planes financieros, estrategias de negocio y los objetivos de desempeño.	Los equipos existentes y las soluciones innovadoras se prueban, actualizan y despliegan continuamente. El hardware BIM se convierte en parte de la ventaja competitiva de la organización o del equipo de proyecto.
	Red: soluciones, entregables y control de seguridad/ acceso	Las soluciones de red no existen o son ad-hoc. Profesionales, organizaciones (en un lugar/ disperso) y equipos de proyecto usan cualquier herramienta para comunicarse o compartir datos. Las partes interesadas carecen de la infraestructura de red necesaria para recopilar, almacenar y compartir conocimientos.	Se identifican soluciones de red para compartir información y controlar su acceso en y entre organizaciones. A nivel de proyecto, los agentes identifican sus requerimientos para compartir datos/información. Las organizaciones y equipos de proyecto dispersos están conectados a través de conexiones de ancho de banda relativamente bajo.	Las soluciones de red para recopilar, almacenar y compartir el conocimiento en y entre organizaciones se gestionan bien a través de plataformas comunes (por ejemplo, intranets o extranets). Se despliegan herramientas de gestión de contenidos y activos para regular los datos estructurados y no estructurados compartidos a través de conexiones de banda ancha.	Las soluciones de red permiten la integración de múltiples facetas del proceso BIM a través del intercambio en tiempo real continuo de datos, información y conocimientos. Las soluciones incluyen redes / portales específicos del proyecto que permiten el intercambio de datos intensivos (intercambio) interoperable entre las partes interesadas.	Las soluciones de red se evalúan continuamente y se sustituyen por las últimas innovaciones probadas. Las redes facilitan la adquisición, almacenar y compartir conocimientos entre todas las partes interesadas. La optimización de datos integrados, los procesos y los canales de comunicación es implecable.
	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación

Matriz de madurez BIM (BIM Excellence, 2016)

	a INICIAL (0 puntos)	b DEFINIDO (max 10 puntos)	c GESTIONADO (max 20 puntos)	d INTEGRADO (max 30 puntos)	e OPTIMIZADO (max 40 puntos)	
PROCESO basado en una Serie de Capacidades v5	Recursos: infraestructura física y de conocimiento	El entorno de trabajo, o bien no se reconoce como un factor de la satisfacción del personal o puede no ser propicio para la productividad. El conocimiento no es reconocido como un activo; el conocimiento BIM suele compartirse de manera informal entre el personal (a través de consejos, técnicas y lecciones aprendidas).	El entorno de trabajo y las herramientas en el lugar de trabajo se identifican como factores que influyen en la motivación y la productividad. Del mismo modo, el conocimiento es reconocido como un activo; el conocimiento compartido es recopilado, documentado y después transferido de tácito a explícito.	El entorno de trabajo es controlado, modificado y sus criterios gestionados para aumentar la motivación del personal, la satisfacción y la productividad. Además, el conocimiento documentado se almacena adecuadamente.	Los factores ambientales se integran en las estrategias de desempeño. El conocimiento se integra en los sistemas de organización; el conocimiento almacenado se hace accesible y fácilmente recuperable.	Los factores físicos del lugar de trabajo se revisan constantemente para asegurar la satisfacción del personal y un entorno propicio para la productividad. Del mismo modo, las estructuras de conocimiento responsables de la adquisición, representación y difusión se revisan y modifican sistemáticamente.
	Actividades & Flujos de trabajo: conocimiento, habilidades, experiencia, roles y dinámicas relevantes	No hay procesos definidos; los roles son ambiguos y estructuras de equipo / dinámicas son inconsistentes. El rendimiento es impredecible y la productividad depende de heroísmos individuales. Florece una mentalidad de "trabajo en torno al sistema".	Los roles BIM se definen informalmente y los equipos se forman en consecuencia. Cada proyecto BIM se planifica de forma independiente. Se identifican las competencias BIM y se objetivan; el heroísmo BIM se desvanece a medida que aumenta la competencia, pero la productividad sigue siendo impredecible.	La cooperación en las organizaciones aumenta a medida que se ponen a disposición las herramientas para la comunicación entre proyectos. Flujo de información constante; los roles BIM son visibles y los objetivos se consiguen de forma más consistente.	Los roles BIM y los objetivos de competencia se alinean en la organización. Los equipos tradicionales son sustituidos por otros orientados a BIM a medida que los nuevos procesos se convierten en parte de la cultura de la organización / del equipo del proyecto. La productividad es ahora consistente y predecible.	Los objetivos de competencia BIM mejoran de manera continua para que coincidan con los avances tecnológicos y se alineen con los objetivos organizacionales. Las prácticas de recursos humanos se revisan de forma proactiva para asegurar que el capital intelectual coincida con las necesidades del proceso.
	Productos & Servicios: Especificación, diferenciación e I+D	Los entregables de modelos 3D (un producto BIM) sufren de niveles de detalle demasiado altos, demasiado bajos o inconsistentes.	Se dispone una "declaración que defina la estructuración de los objetos del modelo 3D".	Adopción de especificaciones de productos / servicios similares a Especificaciones de Progreso del Modelo, "niveles de información" BIPS o similares.	Los productos y servicios se especifican y diferencian en función de las Especificaciones de Progreso del Modelo o similar.	Los productos y servicios BIM son evaluados constantemente; los bucles de retroalimentación promueven la mejora continua.
	Liderazgo & Gestión: Cualidades de organización, estratégicas, de gestión y comunicativas; innovación y renovación	Los líderes / gerentes tienen varias visiones sobre BIM. La implementación de BIM (según los requisitos BIM de la etapa) se lleva a cabo sin una estrategia. En este nivel de madurez, BIM se trata como una corriente tecnológica; la innovación no se reconoce como un valor independiente y no se reconocen las oportunidades de negocios que surgen de BIM.	Los líderes / gerentes adoptan una visión común sobre BIM. La estrategia de implementación de BIM carece de datos procesables. BIM se trata como un proceso de cambio, una corriente tecnológica. Se reconocen las innovaciones de producto y proceso; se identifican las oportunidades de negocio derivadas de BIM, pero no se explotan.	Se comunica la visión de implementar BIM y es entendida por la mayoría del personal. La estrategia de implementación BIM va de la mano con planes de acción detallados y un régimen de vigilancia. BIM es reconocido como una serie de tecnología, procesos y cambios en las políticas que deben ser gestionados sin poner trabas a la innovación. Se reconocen las oportunidades de negocio derivadas de BIM y se utilizan en las acciones de marketing.	La visión es compartida por el personal de toda la organización y / o los socios del proyecto. La implementación de BIM, sus requisitos y la innovación de procesos / productos están integrados en los canales organizativos, estratégicos, de gestión y de comunicación. Las oportunidades de negocio derivadas de BIM son parte de la ventaja competitiva del equipo, organización o del equipo de proyectos y se utilizan para atraer y mantener a los clientes.	Las partes interesadas han internalizado la visión BIM y se logra activamente. La estrategia de implementación de BIM y sus efectos en los modelos de organización se revisa de forma continua y alineada con otras estrategias. Si son necesarias modificaciones, se implementan de forma proactiva. El producto innovador / las soluciones de procesos y las oportunidades de negocio son codificados y se persiguen de forma implacable.

Matriz de madurez BIM (BIM Excellence, 2016)

Áreas de Madurez a Granularidad nivel 1	a INICIAL (0 puntos)	b DEFINIDO (max 10 puntos)	c GESTIONADO (max 20 puntos)	d INTEGRADO (max 30 puntos)	e OPTIMIZADO (max 40 puntos)	
POLITICA basada en una Serie de Capacidades v5	Preparatorio: investigación, programas de educación /formación y entregables	Muy poca o ninguna formación a disposición del personal BIM. Los medios educativos / formativos no son adecuadas para alcanzar los resultados buscados.	Se definen los requisitos de formación y por lo general se proporcionan sólo cuando es necesario. Los medios de formación son diversos, permitiendo flexibilidad en la distribución de contenidos.	Los requisitos de formación se gestionan para cumplir con las competencias pre-establecidas y los objetivos de desempeño. Los medios de formación se adaptan a los alumnos y para alcanzar los objetivos de aprendizaje de una manera rentable.	La formación se integra en las estrategias de organización y objetivos de desempeño. La formación se basa típicamente en las funciones del personal y los objetivos de competencia respectivos. Los medios de formación se incorporan en los canales de conocimiento y comunicación.	La formación se evalúa y mejora de forma continua. La disponibilidad de formación y los métodos de entrega se diseñan para permitir el aprendizaje continuo multimodal.
	Regulador: códigos, regulaciones, estándares, clasificaciones, directivas y referencias	No hay directrices BIM, protocolos de documentación o estándares de modelado. No hay estándares de documentación y modelado. Los planes de control de calidad son informales o no existen; tampoco para los modelos 3D o la documentación. No hay referencias para procesos, productos o servicios.	Existen unas directrices BIM disponibles (ex. manual de formación y estándares de ejecución BIM). Los estándares de Modelado y documentación están bien definidos, de acuerdo con los estándares aceptados del mercado. Se fijan los objetivos de calidad y las referencias de desempeño.	Hay unas directrices BIM detalladas disponibles (formación, estándares, flujos, excepciones...). El modelado, la representación, la cuantificación, las especificaciones y las propiedades analíticas de los modelos 3D se gestionan mediante estándares de modelado detallado y planes de calidad. Se monitoriza y controla estrechamente el desempeño frente a referencias del mercado.	Las directrices BIM están integradas en las políticas globales y las estrategias de negocio. Los estándares BIM y las referencias de desempeño se incorporan en los sistemas de gestión de calidad y de mejora de ejecución.	Las directrices BIM se redefinen continua y proactivamente para reflejar las lecciones aprendidas y las mejores prácticas de la industria. Se alinean continuamente la mejora de calidad y el cumplimiento de normativa y regulaciones. Las referencias se revisan de forma reiterada para asegurar la mayor calidad en procesos, productos y servicios.
	Contractual: responsabilidades, asignación de y riesgos beneficios	La dependencia de los acuerdos contractuales pre-BIM. No se reconocen los riesgos relacionados con la colaboración basada en el modelo o se ignoran.	Se reconocen los requisitos BIM. "La declaración que define la responsabilidad de cada una de las partes interesadas en relación con la gestión de la información" ya está disponibles.	Existe un mecanismo para la gestión compartida de la propiedad intelectual BIM, la confidencialidad, la responsabilidad y un sistema para la resolución de conflictos BIM.	Las organizaciones están alineadas a través de la confianza y la dependencia mutua más allá de las barreras contractuales.	Las responsabilidades, riesgos y beneficios se analizan de forma continua y readaptan al esfuerzo. Se modifican los modelos contractuales para lograr mejores prácticas y mayor valor para todas las partes interesadas.
	ETAPA1 Modelado basado en objetos: uso en una sola disciplina en una fase del ciclo de vida	Implementación de una herramienta basada en objetos. No se identifican cambios de proceso o en las políticas para acompañar esta implementación.	Se han acabado los proyectos piloto. Se identifican los requisitos del proceso y de la política BIM. Se prepara la estrategia de implementación y los planes de detalle.	Se instigan, estandarizan y controlan los procesos y la política BIM.	Las tecnologías, procesos y política BIM están integradas en las estrategias de organización y alineadas con los objetivos de negocio.	Las tecnologías, procesos y política BIM se revisan continuamente para beneficiarse de la innovación y alcanzar los objetivos de desempeño más altos.


Matriz de madurez BIM (BIM Excellence, 2016)

		a INICIAL (0 puntos)	b DEFINIDO (max 10 puntos)	c GESTIONADO (max 20 puntos)	d INTEGRADO (max 30 puntos)	e OPTIMIZADO (max 40 puntos)	
ESCALA ORG	ETAPA 2	<p>Colaboración basada en el Modelo: multi-disciplinar, intercambio por la vía rápida de modelos</p> <p>puntuación</p>	<p>Colaboración Ad-hoc BIM; las capacidades internas de colaboración son incompatibles con los socios del proyecto. Puede faltar confianza y respeto entre los participantes en el proyecto.</p> <p>puntuación</p>	<p>Colaboración BIM uno a uno, bien definida todavía reactiva. Hay señales identificables de la confianza mutua y el respeto entre los participantes del proyecto.</p> <p>puntuación</p>	<p>Colaboración proactiva entre las múltiples partes; los protocolos están bien documentados y gestionados. Existe confianza mutua, respeto y riesgos y beneficios compartidos entre los participantes del proyecto.</p> <p>puntuación</p>	<p>Colaboración entre las múltiples partes que incluye a todos los actores clave en un entorno caracterizado por la buena voluntad, la confianza y el respeto.</p> <p>puntuación</p>	
	ETAPA 3	<p>Integración basada en la red: intercambio concurrente interdisciplinario de modelos de nD a lo largo de las Fases del Ciclo de Vida del Proyecto</p> <p>puntuación</p>	<p>Los modelos integrados son generados por una serie limitada de participantes en el proyecto - posiblemente bajo barreras corporativas. La integración se produce con guías de procesos, normas o protocolos de intercambio poco o no pre-definidos. No hay una propuesta formal de las funciones y responsabilidades de los participantes.</p> <p>puntuación</p>	<p>Los modelos integrados son generados por un gran subconjunto de los participantes en el proyecto. La integración sigue guías de proceso, normas y protocolos de intercambio pre-definidos. Se distribuyen las responsabilidades y los riesgos se mitigan a través de medios contractuales.</p> <p>puntuación</p>	<p>Los modelos integrados (o partes de) son generados y gestionados por la mayoría de los participantes en el proyecto. Las responsabilidades dentro de alianzas temporales de proyecto o asociaciones a más largo plazo son claras. Los riesgos y beneficios se gestionan y distribuyen de forma activa.</p> <p>puntuación</p>	<p>Los modelos integrados son generados y gestionados por todos los participantes clave del proyecto. La integración basada en la red es la norma y el foco no está en la forma de integrar modelos / flujos de trabajo, sino en la detección y resolución proactiva de los desajustes de tecnología, procesos y políticas.</p> <p>puntuación</p>	<p>Se revisa y optimiza continuamente la integración de modelos y flujos de trabajo. Un equipo de proyecto interdisciplinar, estrechamente unido, persigue de forma activa nuevas eficiencias, entregables y alineaciones. Los modelos integrados son resultado de la aportación de muchos participantes en la cadena de suministro de la construcción.</p> <p>puntuación</p>
	MICRO	<p>Organizaciones dinámicas y entregables BIM</p> <p>puntuación</p>	<p>No existe un liderazgo BIM; la implementación depende de los campeones de la tecnología.</p> <p>puntuación</p>	<p>Se formaliza el liderazgo BIM; los diferentes roles en el proceso de implementación están definidos.</p> <p>puntuación</p>	<p>Los roles BIM Pre-definidos se complementan entre ellos en la gestión del proceso de implementación.</p> <p>puntuación</p>	<p>Los roles BIM están integrados en las estructuras de liderazgo de la organización.</p> <p>puntuación</p>	<p>El liderazgo BIM muta continuamente para permitir nuevas tecnologías, procesos y entregables</p> <p>puntuación</p>
	MESO	<p>Equipos de Proyecto: (múltiples organizaciones): dinámicas y entregables BIM inter-organizacional</p> <p>puntuación</p>	<p>Cada proyecto se ejecuta de forma independiente. No existe ningún acuerdo entre los agentes que intervienen para colaborar más allá del proyecto común actual</p> <p>puntuación</p>	<p>Los participantes piensan más allá de un solo proyecto. Se definen y documentan los protocolos de colaboración entre participantes del proyecto.</p> <p>puntuación</p>	<p>La colaboración entre múltiples organizaciones en varios proyectos se gestiona a través de alianzas temporales entre participantes.</p> <p>puntuación</p>	<p>Los proyectos de colaboración los realizan organizaciones interdisciplinarias o equipos de proyectos multidisciplinares; una alianza entre muchos actores clave.</p> <p>puntuación</p>	<p>Los proyectos de colaboración son realizados por equipos de proyectos interdisciplinares auto-optimizados, que incluyen a la mayoría de los participantes</p> <p>puntuación</p>
	MACRO	<p>Mercados dinámicos y entregables BIM (aplicar este asunto sólo si es asistido por un asesor formado)</p> <p>puntuación</p>	<p>Muy pocos componentes BIM generados por proveedores (productos y materiales virtuales que representan a los físicos). La mayoría de los componentes los preparan los desarrolladores de software y los usuarios finales.</p> <p>puntuación</p>	<p>Los componentes BIM generados por proveedores cada vez son más asequibles a medida que los fabricantes / proveedores identifican los beneficios del negocio.</p> <p>puntuación</p>	<p>Los componentes BIM están disponibles a través de repositorios centrales de muy fácil acceso / búsqueda. Los componentes no están conectados de forma interactiva a las bases de datos de los proveedores.</p> <p>puntuación</p>	<p>El acceso a los repositorios de componentes está integrado en el software BIM. Los componentes están vinculados a bases de datos fuente de forma interactiva (por precio, disponibilidad, etc. ...).</p> <p>puntuación</p>	<p>La generación e intercambio de componentes BIM dinámica, por múltiples vías (productos y materiales virtuales) entre todos los interesados en el proyecto a través de repositorios centrales o en red.</p> <p>puntuación</p>

Matriz de madurez BIM (BIM Excellence, 2016)


• **EVALUACIÓN DE MADUREZ BIM**

externos Herramientas de base de datos Ayuda ¿Qué desea hacer?



**CONSTRUCCIÓN
SEGURA**

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA
METODOLOGÍA BIM EN EL DESARROLLO DE NUEVOS
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN LA POLICÍA
NACIONAL DE COLOMBIA**



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Fecha

TECNOLOGÍA		PROCESO	
Software: aplicaciones, entregables y datos	a Inicial	Recursos: infraestructura física y de conocimiento	a Inicial
Hardware: equipos, entregables y localización/movilidad	b Definido	Actividades & Flujos de trabajo: conocimiento, habilidades, experiencia, roles y dinámicas relevantes	a Inicial
Red: soluciones, entregables y control de seguridad/acceso	c Gestionado	Productos & Servicios: Especificación, diferenciación e I+D	a Inicial
		Liderazgo & Gestión: Cualidades de organización, estratégicas, de gestión y comunicativas; innovación y renovación	a Inicial

POLÍTICA	ETAPA
Preparatorio: investigación, programas de educación /formación y entregables	a Inicial
PRegulador: códigos, regulaciones, estándares, clasificaciones, directivas y referencias	a Inicial
Contractual: responsabilidades, asignación de y riesgos beneficios	a Inicial

ESCALA ORGANIZACIONAL	
Etapa	Etapa 1: Modelado basado en objetos: uso en una sola disciplina en una fase del ciclo de vida
Valoración de la etapa	a Inicial
Escala	Meso
Valoración de la escala	a Inicial

Índice de Madurez BIM

2.50

Fuente: elaboración propia siguiendo el procedimiento de Matriz de Madurez BIM V 1.22 Jul 2016

Registro: 1 de 1 Sin filtro

Herramienta para la evaluación de la madurez BIM

ANEXO 7. CÁLCULO DE LA INVERSIÓN BIM

DATOS DE ENTRADA

Colombia, Índice de Precios al Consumidor (IPC)

Índices - Serie de empalme

2003 - 2018

AÑO 2018, MES 12	Base Diciembre de 2008 = 100,00															
Mes	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	72.23	76.70	80.87	84.56	88.54	93.85	100.59	102.70	106.19	109.96	112.15	114.54	118.91	127.78	134.77	139.72
Febrero	73.04	77.62	81.70	85.11	89.58	95.27	101.43	103.55	106.83	110.63	112.65	115.26	120.28	129.41	136.12	140.71
Marzo	73.80	78.39	82.33	85.71	90.67	96.04	101.94	103.81	107.12	110.76	112.88	115.71	120.98	130.63	136.76	141.05
Abril	74.65	78.74	82.69	86.10	91.48	96.72	102.26	104.29	107.25	110.92	113.16	116.24	121.63	131.28	137.40	141.70
Mayo	75.01	79.04	83.03	86.38	91.76	97.62	102.28	104.40	107.55	111.25	113.48	116.81	121.95	131.95	137.71	142.06
Junio	74.97	79.52	83.36	86.64	91.87	98.47	102.22	104.52	107.90	111.35	113.75	116.91	122.08	132.58	137.87	142.28
Julio	74.86	79.50	83.40	87.00	92.02	98.94	102.18	104.47	108.05	111.32	113.80	117.09	122.31	133.27	137.80	142.10
Agosto	75.10	79.52	83.40	87.34	91.90	99.13	102.23	104.59	108.01	111.37	113.89	117.33	122.90	132.85	137.99	142.27
Septiembre	75.26	79.76	83.76	87.59	91.97	98.94	102.12	104.45	108.35	111.69	114.23	117.49	123.78	132.78	138.05	142.50
Octubre	75.31	79.75	83.95	87.46	91.98	99.28	101.98	104.36	108.55	111.87	113.93	117.68	124.62	132.70	138.07	142.67
Noviembre	75.57	79.97	84.05	87.67	92.42	99.56	101.92	104.56	108.70	111.72	113.68	117.84	125.37	132.85	138.32	142.84
Diciembre	76.03	80.21	84.10	87.87	92.87	100.00	102.00	105.24	109.16	111.82	113.98	118.15	126.15	133.40	138.85	143.27

Fuente:

DANE

Nota: La diferencia en la suma de las variables, obedece al sistema de aproximación y redondeo

* Entre octubre de 2006 y septiembre de 2007 se realizó la Encuesta de Ingresos y Gastos en el macro de la Gran Encuesta Integrada de Hogares, teniendo una cobertura de 42733 hogares para las 24 principales ciudades del país, lo cual permitió determinar cambios en los hábitos de consumo y la estructura del gasto de la población colombiana. Con los resultados de esta encuesta, bajo el trabajo de un grupo interdisciplinario de especialistas y la asesoría de la entidad estadística del Canadá, se desarrolló una nueva metodología para calcular el IPC, que es aplicada a partir de enero de 2009. Se creó una nueva canasta con una estructura de dos niveles, uno fijo y uno flexible, que permite actualizar la canasta de bienes y servicios, por cambios en el consumo final en un periodo relativamente. Además de la ampliación de la canasta, el nuevo IPC-08 amplió su cobertura geográfica a 24 ciudades.

Actualizado el 5 de enero de 2019

Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/ipc/dici8/IPC_Indices.xls

Proyecciones para 2019

	Crecimiento del PIB real	Inflación IPC	Tasa de Cambio Nominal
	(porcentaje)		
Analistas Locales			
Alianza Valores ^{/1}	3.2	3.8	3,300
ANIF ^{/1}	3.3	3.5	n.d.
Banco de Bogotá ^{/1}	3.0	3.4	3,100
Bancolombia ^{/1}	3.2	3.4	3,130
BBVA Colombia ^{/1}	3.0	3.2	3,150
BTG Pactual ^{/1}	3.4	3.3	3,074
Corficolombiana	3.2	3.8	2,980
Corredores Davivienda ^{/1/3}	3.2	3.6	3,100
Credicorp Capital ^{/4}	3.3	3.6	3,000
Davivienda ^{/1}	3.2	3.6	3,100
Fedesarrollo ^{/1}	3.3	3.6	n.d.
Itaú ^{/1/2}	3.3	3.4	3,180
Ultraserfinco ^{/1/5}	3.3	3.6	2,970
Promedio	3.2	3.5	3,099
Analistas Externos			
Citigroup Global Mkts	3.1	3.7	3,025
Deutsche Bank	n.d.	n.d.	n.d.
Goldman Sachs	3.2	3.3	3,000
JP Morgan	3.1	3.7	3,200
Promedio	3.1	3.6	3,075

/1. La proyección de déficit corresponde al del GNC.

/2. Antiguo Corpbanca, hasta junio de 2017.

/3. Antiguo Corredores Asociados

/4. Antiguo Correval

/5. Antiguo Ultrabursatiles

n.d.: no disponible

Proyecciones para 2020

	Crecimiento del PIB real	Inflación IPC	Tasa de Cambio Nominal
	(porcentaje)		
Analistas Locales			
Alianza Valores	2.0	3.5	3,300
ANIF	3.5	3.6	n.d.
Banco de Bogotá	3.5	3.0	3,125
Bancolombia	3.4	3.2	3,260
BBVA Colombia	3.3	3.2	3,020
BTG Pactual	3.5	3.0	3,000
Corficolombiana	3.5	3.5	3,010
Corredores Davivienda ^{/2}	n.d.	n.d.	n.d.
Credicorp Capital ^{/3}	3.2	3.3	2,900
Davivienda	n.d.	n.d.	n.d.
Fedesarrollo	3.5	3.0	n.d.
Itaú ^{/1}	3.6	3.0	3,180
Ultraserfinco ^{/4}	3.5	3.1	2,950
Promedio	3.3	3.2	3,083
Analistas Externos			
Citigroup Global Mkts	3.5	3.3	2,950
Deutsche Bank	n.d.	n.d.	n.d.
Goldman Sachs	n.d.	n.d.	2,800
JP Morgan	3.1	3.4	n.d.
Promedio	3.3	3.4	2,875

/1. Antiguo Corpbanca, hasta junio de 2017.

/2. Antiguo Corredores Asociados

/3. Antiguo Correval

/4. Antiguo Ultrabursatiles

n.d.: no disponible

Fuente: Banco de la República (encuesta electrónica)

Fuente: Banco de la República (encuesta electrónica)

Recuperado de:

http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/Pronosticos_analistas_informe_inflacion.xls

Proyecciones de incremento salarial

Año	Inflación año anterior	Incremento	Valor adicional sobre la inflación
2014	1.94%	2.94%	1.00%
2015	3.66%	4.66%	1.00%
2016	6.77%	7.77%	1.00%
2017	5.75%	6.75%	1.00%
2018	4.09%	5.09%	1.00%
2019	3.18%	4.18%	1.00%
Promedio		5.23%	

El reajuste salarial para 2019, a la fecha de realización la investigación no estaba aún decretada

Recuperado de: <https://www.cremil.gov.co/index.php?idcategoria=8852>

Tasa de descuento social	9.00%
--------------------------	-------

Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/487.pdf>

ESCALA SALARIAL DE LA ORGANIZACIÓN
DECRETO No. 324 DE 19 DE FEBRERO DE 2018

Salarios 2018	Sigla	Sueldo Básico (COP)	Prima (COP)	Prima Integral (COP)	Prima de Dirección (COP)	Prima de Alto Mando (COP)	Prima de Actividad (COP)	Salario Mensual Estimado (COP)	Factor multiplicador	Valor día (COP)	Valor hora básico (COP)	Valor hora (COP)
General	GR	5,982,005	987,031		4,197,897	7,311,338	2,961,092	21,439,363	37,054,366	1,852,718	119,108	205,858
Mayor General	MG	5,796,946	956,496	7,088,010			2,869,488	16,710,941	28,882,076	1,444,104	92,839	160,456
Brigadier General	BG	5,181,864	855,008	6,354,218			2,565,023	14,956,112	25,849,147	1,292,457	83,090	143,606
Coronel	CR	4,015,619	662,577	4,893,280			1,987,731	11,559,207	19,978,163	998,908	64,218	110,990
Teniente Coronel	TC	3,132,274	368,226				1,550,476	5,050,975	8,729,769	436,488	28,061	48,499
Mayor	MY	2,723,536					1,348,150	4,071,686	7,037,231	351,862	22,620	39,096
Capitán	CT	2,241,350					1,109,468	3,350,818	5,791,331	289,567	18,616	32,174
Teniente	TE	1,957,863					969,142	2,927,005	5,058,841	252,942	16,261	28,105
Subteniente	ST	1,730,989					856,840	2,587,829	4,472,630	223,632	14,377	24,848
Comisario	CM	3,157,398					1,562,912	4,720,310	8,158,269	407,913	26,224	45,324
Subcomisario	SM	2,680,920					1,327,055	4,007,975	6,927,117	346,356	22,267	38,484
Intendente Jefe	IJ	2,552,283					1,263,380	3,815,663	6,594,738	329,737	21,198	36,637
Intendente	IT	2,422,754					1,199,263	3,622,017	6,260,053	313,003	20,122	34,778
Subintendente	SI	1,903,486					942,226	2,845,712	4,918,338	245,917	15,810	27,324
Patrullero	PT	1,517,833					751,327	2,269,160	3,921,865	196,093	12,606	21,788
Profesional de Seguridad 27	PRO27	7,344,289					3,635,423	10,979,712	18,976,602	948,830	60,998	105,426
Profesional de Seguridad 26	PRO26	6,810,779					3,371,336	10,182,115	17,598,088	879,904	56,567	97,767
Profesional de Seguridad 25	PRO25	6,445,829					3,190,685	9,636,514	16,655,109	832,755	53,536	92,528
Profesional de Seguridad 24	PRO24	5,993,156					2,966,612	8,959,768	15,485,466	774,273	49,776	86,030
Profesional de Seguridad 23	PRO23	5,622,969					2,783,370	8,406,339	14,528,955	726,448	46,702	80,716
Profesional de Seguridad 22	PRO22	5,223,495					2,585,630	7,809,125	13,496,771	674,839	43,384	74,982
Profesional de Seguridad 21	PRO21	4,856,112					2,403,775	7,259,887	12,547,505	627,375	40,333	69,708
Profesional de Seguridad 20	PRO20	4,509,135					2,232,022	6,741,157	11,650,966	582,548	37,451	64,728



**ESCALA SALARIAL DE LA ORGANIZACIÓN
DECRETO No. 324 DE 19 DE FEBRERO DE 2018**

Salarios 2018	Sigla	Sueldo Básico (COP)	Prima (COP)	Prima Integral (COP)	Prima de Dirección (COP)	Prima de Alto Mando (COP)	Prima de Actividad (COP)	Salario Mensual Estimado (COP)	Factor multiplicador	Valor día (COP)	Valor hora básico (COP)	Valor hora (COP)
Profesional de Seguridad 19	PRO19	4,286,977					2,122,054	6,409,031	11,076,941	553,847	35,606	61,539
Profesional de Seguridad 18	PRO18	3,976,265					1,968,251	5,944,516	10,274,105	513,705	33,025	57,078
Profesional de Seguridad 17	PRO17	3,596,463					1,780,249	5,376,712	9,292,751	464,638	29,871	51,626
Profesional de Seguridad 16	PRO16	3,360,741					1,663,567	5,024,308	8,683,679	434,184	27,913	48,243
Profesional de Seguridad 15	PRO15	3,101,867					1,535,424	4,637,291	8,014,785	400,739	25,763	44,527
Profesional de Seguridad 14	PRO14	2,923,678					1,447,221	4,370,899	7,554,370	377,718	24,283	41,969
Profesional de Seguridad 13	PRO13	2,805,558					1,388,751	4,194,309	7,249,164	362,458	23,302	40,273
Profesional de Seguridad 12	PRO12	2,712,986					1,342,928	4,055,914	7,009,971	350,499	22,533	38,944
Profesional de Seguridad 11	PRO11	2,601,023					1,287,506	3,888,529	6,720,675	336,034	21,603	37,337
Profesional de Seguridad 10	PRO10	2,477,825					1,226,523	3,704,348	6,402,349	320,117	20,580	35,569
Profesional de Seguridad 9	PRO9	2,360,946					1,168,668	3,529,614	6,100,350	305,017	19,609	33,891
Profesional de Seguridad 8	PRO8	2,281,502					1,129,343	3,410,845	5,895,078	294,754	18,949	32,750
Profesional de Seguridad 7	PRO7	2,156,816					1,067,624	3,224,440	5,572,907	278,645	17,914	30,961
Profesional de Seguridad 6	PRO6	2,048,297					1,013,907	3,062,204	5,292,509	264,625	17,012	29,403
Profesional de Seguridad 5	PRO5	1,959,861					970,131	2,929,992	5,064,003	253,200	16,278	28,133
Profesional de Seguridad 4	PRO4	1,819,438					900,622	2,720,060	4,701,170	235,059	15,111	26,118
Profesional de Seguridad 3	PRO3	1,773,036					877,653	2,650,689	4,581,274	229,064	14,726	25,452

**ESCALA SALARIAL DE LA ORGANIZACIÓN
DECRETO No. 324 DE 19 DE FEBRERO DE 2018**

Salarios 2018	Sigla	Sueldo Básico (COP)	Prima (COP)	Prima Integral (COP)	Prima de Dirección (COP)	Prima de Alto Mando (COP)	Prima de Actividad (COP)	Salario Mensual Estimado (COP)	Factor multiplicador	Valor día (COP)	Valor hora básico (COP)	Valor hora (COP)
Profesional de Seguridad 2	PRO2	1,682,966					833,068	2,516,034	4,348,546	217,427	13,978	24,159
Profesional de Seguridad 1	PRO1	1,588,041					786,080	2,374,121	4,103,273	205,164	13,190	22,796
Técnico para apoyo de seguridad 33	TEA33	2,722,574					1,347,674	4,070,248	7,034,746	351,737	22,612	39,082
Técnico para apoyo de seguridad 32	TEA32	2,477,510					1,226,367	3,703,877	6,401,535	320,077	20,577	35,564
Técnico para apoyo de seguridad 31	TEA31	2,314,296					1,145,577	3,459,873	5,979,813	298,991	19,222	33,221
Técnico para apoyo de seguridad 30	TEA30	2,048,297					1,013,907	3,062,204	5,292,509	264,625	17,012	29,403
Técnico para apoyo de seguridad 29	TEA29	1,959,861					970,131	2,929,992	5,064,003	253,200	16,278	28,133
Técnico para apoyo de seguridad 28	TEA28	1,890,798					935,945	2,826,743	4,885,554	244,278	15,704	27,142
Técnico para apoyo de seguridad 27	TEA27	1,773,036					877,653	2,650,689	4,581,274	229,064	14,726	25,452
Técnico para apoyo de seguridad 26	TEA26	1,672,027					827,653	2,499,680	4,320,281	216,014	13,887	24,002
Técnico para apoyo de seguridad 25	TEA25	1,586,023					785,081	2,371,104	4,098,059	204,903	13,173	22,767
Técnico para apoyo de seguridad 24	TEA24	1,515,625					750,234	2,265,859	3,916,160	195,808	12,588	21,756

**ESCALA SALARIAL DE LA ORGANIZACIÓN
DECRETO No. 324 DE 19 DE FEBRERO DE 2018**

Salarios 2018	Sigla	Sueldo Básico (COP)	Prima (COP)	Prima Integral (COP)	Prima de Dirección (COP)	Prima de Alto Mando (COP)	Prima de Actividad (COP)	Salario Mensual Estimado (COP)	Factor multiplicador	Valor día (COP)	Valor hora básico (COP)	Valor hora (COP)
Técnico para apoyo de seguridad 23	TEA23	1,377,192					681,710	2,058,902	3,558,469	177,923	11,438	19,769
Técnico para apoyo de seguridad 22	TEA22	1,343,148					664,858	2,008,006	3,470,504	173,525	11,156	19,281
Técnico para apoyo de seguridad 21	TEA21	1,293,109					640,089	1,933,198	3,341,210	167,061	10,740	18,562
Técnico para apoyo de seguridad 20	TEA20	1,260,471					623,933	1,884,404	3,256,878	162,844	10,469	18,094
Técnico para apoyo de seguridad 19	TEA19	1,240,182					613,890	1,854,072	3,204,455	160,223	10,300	17,803
Técnico para apoyo de seguridad 18	TEA18	1,133,272					560,970	1,694,242	2,928,214	146,411	9,412	16,268
Técnico para apoyo de seguridad 17	TEA17	1,047,744					518,633	1,566,377	2,707,222	135,361	8,702	15,040
Técnico para apoyo de seguridad 16	TEA16	1,047,274					518,401	1,565,675	2,706,008	135,300	8,698	15,033
Técnico para apoyo de seguridad 15	TEA15	984,472					487,314	1,471,786	2,543,736	127,187	8,177	14,132
Técnico para apoyo de seguridad 14	TEA14	978,273					484,245	1,462,518	2,527,719	126,386	8,125	14,043
Técnico para apoyo de seguridad 13	TEA13	929,120					459,914	1,389,034	2,400,714	120,036	7,717	13,337



**ESCALA SALARIAL DE LA ORGANIZACIÓN
DECRETO No. 324 DE 19 DE FEBRERO DE 2018**

Salarios 2018	Sigla	Sueldo Básico (COP)	Prima (COP)	Prima Integral (COP)	Prima de Dirección (COP)	Prima de Alto Mando (COP)	Prima de Actividad (COP)	Salario Mensual Estimado (COP)	Factor multiplicador	Valor día (COP)	Valor hora básico (COP)	Valor hora (COP)
Técnico para apoyo de seguridad 12	TEA12	871,363					431,325	1,302,688	2,251,479	112,574	7,237	12,508
Técnico para apoyo de seguridad 11	TEA11	828,603					410,158	1,238,761	2,140,993	107,050	6,882	11,894
Técnico para apoyo de seguridad 10	TEA10	827,178					409,453	1,236,631	2,137,311	106,866	6,870	11,874
Técnico para apoyo de seguridad 9	TEA9	817,909					404,865	1,222,774	2,113,361	105,668	6,793	11,741
Técnico para apoyo de seguridad 8	TEA8	801,847					396,914	1,198,761	2,071,859	103,593	6,660	11,510
Técnico para apoyo de seguridad 7	TEA7	791,154					391,621	1,182,775	2,044,230	102,211	6,571	11,357

FACTOR MULTIPLICADOR

	CONCEPTO	PORCENTAJE
1	Salarios y Prestaciones Sociales de Personal Facturable	
1.1	Salarios	100.00%
1.2	Prima de navidad	100.00% ÷ 12 = 8.33%
1.3	Prima de servicio anual	100.00% ÷ 12 = 8.33%
1.4	Prima vacacional	0.00%
1.5	Cesantías	100.00% ÷ 12 = 8.33%
1.6	Intereses de cesantía	1.00% x 1.3. = 1.00%
1.7	Vacaciones	8.33%
1.8	Seguridad Social (salud + caja de sueldos de retiro)	28.50%
1.9	Bienestar social	4.00%
1.10	Otros (Seguros, auxilios varios, prestaciones extralegales, Incapacidades no cubiertas)	1.00%



FACTOR MULTIPLICADOR

	CONCEPTO	PORCENTAJE
1.11	Dotación	5.00%
	Sub-total	172.83%
	T O T A L	1.73



ASIGNACIÓN DE PERFILES BIM

Perfil	Grado		Cantidad	Rango Salarial (COP)		Promedio (COP)
Director BIM	CR	TC	1	64,218	28,061	46,139
Gerente de Proyectos BIM	MY	CT	1	22,620	18,616	20,618
Revisor BIM	CT	TE	6	18,616	16,261	17,438
Coordinador BIM	CT	TE	4	18,616	16,261	17,438
Modelador BIM	CT	ST	4	18,616	14,377	16,496
Gestor de Operaciones BIM	CT	ST	20	18,616	14,377	16,496

Nota: La asignación del perfil finalmente está asociada a la idoneidad del funcionario, razón por la cual las anteriores asignaciones corresponden a valores indicativos dentro de la organización.

Director BIM: Encargado de liderar el proceso de implementación BIM en las empresas u organizaciones, gestionar con la dirección o gerencia de la empresa y controlar las condiciones habilitantes para que BIM sea correctamente ejecutado.

Gerente de Proyectos BIM: Encargado de la administración e implementación de las herramientas BIM de trabajo para el resto de los modeladores, plantillas, objetos BIM, espacios de Trabajo, o criterios de modelamiento, sean bajo un Estándar propio, del Mandate o Nacional. Responsable de lograr un proyecto coordinado utilizando las herramientas BIM y articular las distintas especialidades.

Revisor BIM: Encargado de revisar y controlar que los modelos y/o proyectos sean diseñados y/o construidos de acuerdo con las bases técnicas, normativas y plan de ejecución BIM.

Coordinador BIM: Encargado de integrar modelos de distintas especialidades y coordinarlos, detectar interferencias, evaluar posibles soluciones y manejar flujos de información de proyectos.

Modelador BIM: Encargado de la modelación de información en softwares BIM, es quien vierte los proyectos en el modelo de información, debe poseer manejo de interpretación de planos de arquitectura, estructura y especialidades, así como conocimientos de construcción y manejos avanzados del software seleccionado para hacer las modelaciones y análisis BIM.

Gestor de Operaciones BIM: Encargado de liderar el proceso de operación del proyecto en base al modelo BIM y el mantenimiento de la infraestructura y actualización del modelo a lo largo del tiempo.

PRESUPUESTO DE FUNCIONAMIENTO ASIGNADO A LA ORGANIZACIÓN VIGENCIA 2019

**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
POLICÍA NACIONAL**



DIRECCIÓN GENERAL

RESOLUCIÓN NÚMERO (00001) DEL 01 enero de 2019

"Por la cual se desagregan las apropiaciones asignadas a la Policía Nacional en el Anexo del Decreto de Liquidación No 2467 del 28 de diciembre de 2018, correspondiente a las cuentas de Gastos de Personal, Adquisición de Bienes y Servicios y Transferencias Corrientes para la vigencia fiscal 2019"

**EL DIRECTOR GENERAL DE LA POLICÍA NACIONAL DE COLOMBIA,
en uso de sus facultades legales y
CONSIDERANDO**

Que mediante la Ley 1940 del 26 de noviembre de 2018, se decretó el Presupuesto de Rentas y Recursos de Capital y la Ley de Apropiaciones para la Vigencia Fiscal comprendida entre el 1 de enero al 31 de diciembre de 2019.

Que el Gobierno Nacional mediante Decreto No. 2467 del 28 de diciembre de 2018, liquidó el Presupuesto General de la Nación, para la vigencia fiscal de 2019 y se detallan las apropiaciones, se clasifican y definen los gastos.

Que la norma íbidem, en su Artículo No. 20: "Se podrán hacer distribuciones en el presupuesto de ingresos y gastos, sin cambiar su destinación, mediante resolución suscrita por el jefe del respectivo órgano".

Que el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, mediante Resolución No. 010 del 07 de marzo de 2018 Por la cual se establece el Catálogo de Clasificación Presupuestal y se dictan otras disposiciones para su administración; el representante legal de cada uno de los órganos que hacen parte del Presupuesto General de la Nación, o a quien esté delegue, desagregarán las apropiaciones que contienen las cuentas de Gastos de Personal, Adquisición de Bienes y Servicios y Transferencias Corrientes.

PRESUPUESTO DE FUNCIONAMIENTO ASIGNADO A LA ORGANIZACIÓN VIGENCIA 2019

**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
POLICÍA NACIONAL**



DIRECCIÓN GENERAL

RESOLUCIÓN NÚMERO (00001) DEL 01 enero de 2019

Que se hace necesario efectuar la desagregación de las partidas apropiadas en el presupuesto de funcionamiento de la Policía Nacional, en las cuentas de Gastos de Personal, Adquisición de Bienes y Servicios y Transferencias Corrientes, con el fin de iniciar el proceso de ejecución presupuestal para la vigencia fiscal 2018.

Que para efectos de la gestión y registro en el Sistema Integrado de Información Financiera SIIF - Nación II, el responsable en la Oficina de Planeación desagregará las apropiaciones contenidas en la presente resolución al máximo nivel que dicha apropiación exige. Esta desagregación será de carácter informativo y no podrá superar los valores de la apropiación aquí solicitada.

RESUELVE:

ARTÍCULO 1o. Distribuir las partidas apropiadas en el Decreto No. 2467 del 28 de diciembre de 2018, en el presupuesto de Funcionamiento de la Policía Nacional, en el sentido de desagregar los conceptos de Gastos de Personal, Adquisición de Bienes y Servicios y Transferencias Corrientes.

**PRESUPUESTO DE FUNCIONAMIENTO
SECCIÓN 1601-POLICÍA NACIONAL
UNIDAD 01- GESTIÓN GENERAL**

Cta.	Sub c.	Obj g.	Ord.	Sor	Rec.	Cod.	VALOR
01						GASTOS DE PERSONAL	\$ 6,639,708,000,000.00
02						ADQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS	\$ 1,032,764,000,000.00
03					10	TRANSFERENCIAS CORRIENTES	\$ 1,086,771,000,000.00
07					10	DISMINUCIÓN DE PASIVOS	\$ 62,698,000,000.00

PRESUPUESTO DE FUNCIONAMIENTO ASIGNADO A LA ORGANIZACIÓN VIGENCIA 2019

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
POLICÍA NACIONAL



DIRECCIÓN GENERAL

RESOLUCIÓN NÚMERO (00001) DEL 01 enero de 2019

08	10 GASTOS POR TRIBUTOS, MULTAS, SANCIONES E INTERESES DE MORA	\$ 20,774,000,000.00
----	--	----------------------

ARTÍCULO 2o. VIGENCIA. La presente resolución rige a partir de la fecha de su expedición.

COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C., a los

Mayor General ÓSCAR ATEHORTUA DUQUE
Director General Policía Nacional de Colombia

Elaborado por: IT. Gabriel Castillo Fajardo
Revisado por: MY. Martín Jaime Castillo
Moreira

Aprobado: CR Luis Alberto Arias Parra

Aprobado: CR Juan Carlos Castellanos
Álvarez
Aprobado: BG Ramiro Alberto Riveros
Arevalo
Fecha de Elaboración:
30/12/2018

Ubicación C: Mis Documentos-2018-Resoluciones

Vo.Bo. SEGEN



No. GP135-5



No. SC6545-5



No. SA-CER 276952



No. CO - SC6545-5

PRESUPUESTO DE FUNCIONAMIENTO ASIGNADO A LA ORGANIZACIÓN VIGENCIA 2019

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
POLICÍA NACIONAL



DIRECCIÓN GENERAL

RESOLUCIÓN NÚMERO (00001) DEL 01 enero de 2019

Teléfono 3159212

inpro-

programaciónofpla@policia.gov.co

www.policia.gov.c

o

Recuperado de: https://www.policia.gov.co/sites/default/files/descargables/resolucion_0001_enero_2019_-_funcionamiento.xlsx

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN ASIGNADO A LA ORGANIZACIÓN VIGENCIA 2019

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
POLICÍA NACIONAL



DIRECCIÓN GENERAL

RESOLUCIÓN NÚMERO (00004) DEL 1 de Enero de 2019

"Por la cual se asignan unas partidas con cargo al Presupuesto de Inversión de la Policía Nacional vigencia fiscal 2019"
EL DIRECTOR GENERAL DE LA POLICÍA NACIONAL DE COLOMBIA,
en uso de sus facultades legales, y,
C O N S I D E R A N D O :

Que mediante la Ley 1940 del 26 de noviembre de 2018, se decretó el Presupuesto de Rentas y Recursos de Capital y la Ley de Apropriaciones para la Vigencia Fiscal comprendida entre el 1 de enero al 31 de diciembre de 2019.

Que mediante Decreto No. 2467 del 27 de diciembre de 2018, "Por el cual se liquida el Presupuesto General de la Nación para la vigencia fiscal 2019, se detallan las apropiaciones, se clasifican y definen los gastos" dispuso en su Artículo 20: "Se podrán hacer distribuciones en el presupuesto de ingresos y gastos, sin cambiar su destinación, mediante resolución suscrita por el jefe del respectivo órgano".

Que el Gobierno Nacional, mediante Decreto No. 2467 del 27 de diciembre de 2018, liquidó el Presupuesto General de la Nación para la vigencia fiscal de 2018, se detallan las apropiaciones, se clasifican y definen los gastos, apropiando a la Sección 1601 Policía Nacional Unidad 01 "GESTIÓN GENERAL" la suma de DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL NOVENTA Y DOS MILLONES OCHOCIENTOS MIL PESOS M/CTE (\$235.092.800.000), en el Presupuesto de Inversión.

R E S U E L V E :

ARTÍCULO 1o. Situar en la Dirección Administrativa y Financiera, las apropiaciones de los proyectos de inversión clasificados como aparece a continuación:

UNIDAD 160101
GESTIÓN GENERAL
INVERSIÓN

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN ASIGNADO A LA ORGANIZACIÓN VIGENCIA 2019

**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
POLICÍA NACIONAL**



DIRECCIÓN GENERAL

RESOLUCIÓN NÚMERO (00004) DEL 1 de Enero de 2019

Pro	Subp	Proy	Ord	Subord	Item	Rec	C/	Cod	CONCEPTO	VALOR
.	.					.	S	.		
				1501019					COMANDOS DE POLICÍA CONSTRUIDOS Y DOTADOS	\$ 30,166,000,000
				1501020					ESTACIONES DE POLICÍA CONSTRUIDAS Y DOTADAS	\$ 11,016,000,000
				1501030					UNIDADES ESPECIALIZADAS DESCENTRALIZADAS DE LA POLICÍA NACIONAL ADECUADAS Y DOTADAS	\$ 80,000,000,000
				1501022					INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE CONSTRUIDA Y DOTADA	\$ 6,760,000,000
				1501022					INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE CONSTRUIDA Y DOTADA	\$ 380,000,000
				1501022					INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE CONSTRUIDA Y DOTADA	\$ 2,860,000,000
				1501022					INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE CONSTRUIDA Y DOTADA	\$ 10,000,000,000
				1501022					INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE CONSTRUIDA Y DOTADA	\$ 7,000,000,000
				1501031					INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE ADECUADA Y DOTADA	\$ 8,000,000,000

ARTÍCULO 8o. VIGENCIA. La presente Resolución rige a partir de la fecha de su expedición.

COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE
Dada en Bogotá, D.C., a los

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN ASIGNADO A LA ORGANIZACIÓN VIGENCIA 2019

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
POLICÍA NACIONAL



DIRECCIÓN GENERAL

RESOLUCIÓN NÚMERO (**00004**) DEL **1 de Enero de 2019**

Mayor General OSCAR ATEHORTUA DUQUE
Director General Policía Nacional de Colombia

Elaborado por: ST. Angie Carolina Ramirez Rubiano
Revisado por: CT. Lino Sebastián Acosta Moreno
Revisado por: TC. Juan Julio Villamil Monsalve
Revisado por: CR. Juan Carlos Castellanos Álvarez
Aprobado: BG. Ramiro Alberto Riveros
Arevalo
Fecha de Elaboración:
01/01/2019
Ubicación : Mis
documentos/Inversión2019/Resoluciones

Vo.Bo. SEGEN

ofpla.inpro-pana@policia.gov.co
www.policia.gov.co

1DS - RES - 0001

Aprobación 05-12-2008

Ver: 1

Recuperado de: https://www.policia.gov.co/sites/default/files/descargables/resolucion_00004_enero_1_de_2019_-_inversion.xlsx

CÁLCULO DE COSTOS ASOCIADOS

COSTOS DE PERSONAL

	Año 0					Año 1												Año 2						Año 3	TOTAL					
	2019					2020												2021						2022						
	ago/19	sep/19	oct/19	nov/19	dic/19	ene/20	feb/20	mar/20	abr/20	may/20	jun/20	jul/20	ago/20	sep/20	oct/20	nov/20	dic/20	ene/21	feb/21	mar/21	abr/21	may/21	jun/21	jul/21		ago/21	sep/21	oct/21	nov/21	dic/21
Valor 2018 (Millones COP)	11.95	11.41	12.49	11.41	11.10	10.23	10.86	11.95	11.95	78.28	159.07	166.30	151.84	159.07	159.07	151.84	166.30	151.84	144.61	166.30	159.07	78.28	11.95	11.95	11.95	11.95	11.41	11.95	12.49	2.72
Acumulado (Millones COP)	11.95	23.36	35.85	47.26	58.36	68.60	79.46	91.41	103.36	181.64	340.71	507.01	658.85	817.92	976.99	1,128.83	1,295.13	1,446.97	1,591.58	1,757.88	1,916.95	1,995.23	2,007.18	2,019.13	2,031.08	2,043.03	2,054.44	2,066.39	2,078.88	2,081.60

La base para el cálculo son las tarifas horarias según asignaciones salariales de 2018

COSTOS DE CAPACITACIÓN

Centro de formación	Valor (COP)	Horas	Valor (COP)/Hr
Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	2,205,000	120	18,375
CAMACOL Valle	2,500,000	120	20,833
Pontificia Universidad Javeriana	1,959,000	60	32,650
Universidad Piloto de Colombia	4,132,000	120	34,433
Universidad EAFIT	1,440,000	36	40,000
Universidad de Los Andes	2,145,000	42	51,071
	2,396,833	83	32,894

Capacitación prevista	Valor (COP)	Horas	Cantidad de funcionarios	Valor (COP)/Hr
Capacitación para los funcionarios	32,894	120	34	134,206,905

La base para el cálculo son los costos asociados a 2018



COSTOS DE SOFTWARE

TIPO DE LICENCIA COLECCIÓN PARA ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN AUTODESK ®	Valor por año (USD)	TRM Estimada 2019	Valor (COP)	Vigencia en años	Valor unitario (COP)	Cantidad	Valor Total (COP)
Single User	2,339	3,099	7,247,498	3	21,742,493	18	391,364,882
Multi User	3,364	3,099	10,423,507	3	31,270,521	8	250,164,166

La base para el cálculo son los costos asociados a 2018

COSTOS DE HARDWARE

TIPO DE HARDWARE	Valor (COP)	Cantidad	Valor Total (COP)
Workstation DELL ® Precision T 7920	13,804,860	18	248,487,480

La base para el cálculo son los costos asociados a 2018

COSTOS DE MANTENIMIENTO

DESCRIPCIÓN	Valor (COP)	Cantidad	Valor Total (COP)	Valor Total por mes (COP)
Mantenimiento de hardware asociado por año	25,000,000	1	25,000,000	2,083,333

La base para el cálculo son los costos asociados a 2018 según procesos contractuales de la organización

COMPONENTE (Millones COP)	Año 0					Año 1												Año 2												Año 3	TOTAL
	2019					2020												2021												2022	
	ago/19	sep/19	oct/19	nov/19	dic/19	ene/20	feb/20	mar/20	abr/20	may/20	jun/20	jul/20	ago/20	sep/20	oct/20	nov/20	dic/20	ene/21	feb/21	mar/21	abr/21	may/21	jun/21	jul/21	ago/21	sep/21	oct/21	nov/21	dic/21	ene/22	
Mantenimiento	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.37
Valor (Millones COP)	183.45	182.88	184.02	14.03	13.72	13.33	14.02	15.20	15.20	115.86	203.55	211.40	195.70	203.55	174.88	167.03	182.73	173.99	165.82	190.35	182.17	90.81	15.81	15.81	15.81	15.81	15.20	15.81	16.42	5.57	
Acumulado (Millones COP)	183.45	366.34	550.35	564.39	578.10	591.44	605.45	620.65	635.85	751.71	955.25	1,166.65	1,362.35	1,565.90	1,740.78	1,907.81	2,090.53	2,264.53	2,430.34	2,620.69	2,802.86	2,893.67	2,909.48	2,925.29	2,941.10	2,956.91	2,972.11	2,987.92	3,004.34	3,009.91	

Fase	Diagnostico	Fase I	Fase II	Fase III	Total
Valor (Millones COP)	550.35	85.49	2,167.01	207.05	3,009.91
Valor USD	177,616	27,592	699,365	66,823	971,396
Tiempo (meses)	3	6	12	9	30

EVALUACIÓN DE RETORNO DE LA INVERSIÓN

A = coste de hardware y software (dólares)

Millones COP	506,553,548
USD	USD 163,481

B = coste mensual de mano de obra (dólares)

Millones COP	76,420,739
USD	USD 24,663

C = tiempo de formación (meses)	5
---------------------------------	---

ESCENARIO	Pesimista	Probable	Optimista
A	USD 163,481	USD 163,481	USD 163,481
B	USD 24,663	USD 24,663	USD 24,663
C	5 Meses	5 Meses	5 Meses
D	-25%	-20%	0%
E	5%	30%	35%
ROI	4.2%	21.2%	27.4%

Inversión Inicial	3,009,914,659		
Beneficios proyectados	Pesimista	Probable	Optimista
Año 1	806,566,430	937,689,502	985,692,567
Año 2	806,566,430	937,689,502	985,692,567
Año 3	806,566,430	937,689,502	985,692,567
Año 4	806,566,430	937,689,502	985,692,567
Año 5	806,566,430	937,689,502	985,692,567
Tasa de descuento	9.00%	9.00%	9.00%
ROI	4.23%	21.18%	27.38%

BENEFICIO POTENCIAL CON REVISIÓN DE ANTECEDENTES CONTRACTUALES

No.	Fecha de contrato	Valores a la fecha de suscripción del contrato (Millones COP)				Ajuste por IPC	Valores actualizados a diciembre de 2018 (Millones COP)				Porcentaje de Adición
		Valor inicial	Adición 1	Adición 2	Valor total de adiciones		Valor inicial	Adición 1	Adición 2	Valor total de adiciones	
Contrato 1	14/10/2015	2,033.57	1,016.78	0.00	1,016.78	1.150	2,033.57	1,016.78	0.00	1,016.78	50.00%
Contrato 2	30/03/2015	1,194.92	315.25	143.46	458.71	1.184	1,194.92	315.25	143.46	458.71	38.39%
Contrato 3	18/03/2015	1,547.99	400.02	174.69	574.71	1.184	1,547.99	400.02	174.69	574.71	37.13%
Contrato 4	16/09/2013	3,196.63	407.64	0.00	407.64	1.254	3,675.02	468.65	0.00	468.65	12.75%
Contrato 5	09/6/2017	7,767.08	278.22	0.00	278.22	1.039	7,767.08	278.22	0.00	278.22	3.58%
										Media	28.37%
										Desviación Estándar	19.39%
										Mínimo	3.58%
										Máximo	50.00%

No.	Recuperado de
Contrato 1	https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-11-6453172
Contrato 2	https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-12-1948485
Contrato 3	https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=15-11-3399884
Contrato 4	https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=15-11-3400666
Contrato 5	https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=15-11-4162381

Proyectos de inversión 2019 (Millones COP)	Potencial riesgo de adición necesidad de adición presupuestal (Millones COP)		
	Mínimo	Promedio	Máximo
156,182.00	5,594.44	44,308.33	78,091.00

FLUJO DE CAJA CON BENEFICIO ESPERADO

Beneficio Mínimo (COP)	5,594.44
Porcentaje meta	40.9%
Beneficio esperado (COP)	2,285.52
IPC 2019	3.5%
IPC 2020	3.2%
IPC previsto anual	3.2%
Tasa de descuento	9.0%

	Año 0 2019					Año 1 2020												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	ago/19	sep/19	oct/19	nov/19	dic/19	ene/20	feb/20	mar/20	abr/20	may/20	jun/20	jul/20	ago/20	sep/20	oct/20	nov/20	dic/20	
BENEFICIOS (Millones COP)																		
Ahorro en disminución de partidas para adiciones presupuestales																		
TOTAL INGRESOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EGRESOS (Millones COP)																		
Recurso Humano	12.45	11.88	13.02	11.88	11.57	11.11	11.79	12.97	12.97	84.96	172.65	180.50	164.80	172.65	172.65	164.80	180.50	
Capacitación										28.67	28.67	28.67	28.67	28.67				
Software	83.39	83.39	83.39															
Hardware	85.46	85.46	85.46															
Mantenimiento	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23
TOTAL EGRESOS	183.45	182.88	184.02	14.03	13.72	13.33	14.02	15.20	15.20	115.86	203.55	211.40	195.70	203.55	174.88	167.03	182.73	



Año 3 2022												
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
	ene/22	feb/22	mar/22	abr/22	may/22	jun/22	jul/22	ago/22	sep/22	oct/22	nov/22	dic/22
TOTAL EGRESOS	5.57	78.79	78.79	78.79	78.79	78.79	78.79	170.49	170.49	170.49	78.79	78.79

Año 4 2023												
	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
	ene/23	feb/23	mar/23	abr/23	may/23	jun/23	jul/23	ago/23	sep/23	oct/23	nov/23	dic/23
BENEFICIOS (Millones COP)												
Ahorro en disminución de partidas para adiciones presupuestales												2,359.1
TOTAL INGRESOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,359.07
EGRESOS (Millones COP)												
Recurso Humano	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42
Capacitación					31.53	31.53	31.53	31.53	31.53			
Software												
Hardware												
Mantenimiento	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45
TOTAL EGRESOS	78.87	78.87	78.87	78.87	110.40	110.40	110.40	110.40	110.40	78.87	78.87	78.87



	Año 8 2027											
	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101
	ene/27	feb/27	mar/27	abr/27	may/27	jun/27	jul/27	ago/27	sep/27	oct/27	nov/27	dic/27
EGRESOS (Millones COP)												
Recurso Humano	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42
Capacitación												
Software												
Hardware												
Mantenimiento	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
TOTAL EGRESOS	79.20	79.20	79.20	79.20	79.20	79.20	79.20	79.20	79.20	79.20	79.20	79.20

	Año 9 2028											
	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113
	ene/28	feb/28	mar/28	abr/28	may/28	jun/28	jul/28	ago/28	sep/28	oct/28	nov/28	dic/28
BENEFICIOS (Millones COP)												
Ahorro en disminución de partidas para adiciones presupuestales												2,763.9
TOTAL INGRESOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,763.90
EGRESOS (Millones COP)												
Recurso Humano	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42
Capacitación												
Software								110.89	110.89	110.89		
Hardware												
Mantenimiento	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
TOTAL EGRESOS	79.29	79.29	79.29	79.29	79.29	79.29	79.29	190.18	190.18	190.18	79.29	79.29

	Año 10 2029												
	114	115	116	117	118	119	120	109	110	111	112	113	
	ene/29	feb/29	mar/29	abr/29	may/29	jun/29	jul/29	ago/29	sep/29	oct/29	nov/29	dic/29	
BENEFICIOS (Millones COP)													
Ahorro en disminución de partidas para adiciones presupuestales												2,852.8	
TOTAL INGRESOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,852.84	20,481.63
EGRESOS (Millones COP)													
Recurso Humano	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	76.42	
Capacitación					38.13	38.13	38.13	38.13	38.13				
Software													
Hardware													
Mantenimiento	2.96	2.96	2.96	2.96	2.96	2.96	2.96	2.96	2.96	2.96	2.96	2.96	
TOTAL EGRESOS	79.38	79.38	79.38	79.38	117.51	117.51	117.51	117.51	117.51	79.38	79.38	79.38	12,264.48

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Total
TOTAL INGRESOS (Millones COP)	0.0	0.0	0.0	2,285.5	2,359.1	2,435.0	2,513.4	2,594.2	2,677.7	2,763.9	2,852.8	20,481.6
TOTAL EGRESOS (Millones COP)	578.1	1,512.4	913.8	1,147.4	1,104.1	947.4	1,560.9	1,122.7	950.4	1,284.1	1,143.2	12,264.5
FLUJO DE CAJA	-578.1	-1,512.4	-913.8	1,138.1	1,255.0	1,487.6	952.4	1,471.5	1,727.3	1,479.8	1,709.6	8,217.2

Año	VPN	TIR
Año 3	-1,855.9	-42.4%
Año 4	-966.9	-9.0%
Año 5	0.0	9.0%
Año 6	567.9	15.4%
Año 7	1,372.9	21.5%
Año 8	2,239.8	25.8%
Año 9	6,507.5	28.1%
Año 10	8,217.2	29.8%

RESUMEN DE RESULTADOS

Factor multiplicador de salarios	1.73
---	------

Asignación salarial promedio por hora (COP)

Director BIM	46,139
Gerente de Proyectos BIM	20,618
Revisor BIM	17,438
Coordinador BIM	17,438
Modelador BIM	16,496
Gestor de Operaciones BIM	16,496

Presupuesto de funcionamiento 2019 (Billones COP)	8.84
Presupuesto de inversión 2019 (Millones COP)	156,182

Costos asociados a la implementación (Millones COP)

Recurso Humano	2,292.62
Capacitación	143.35
Software	250.16
Hardware	256.39
Mantenimiento	67.39
Total	3,009.91

Costos asociados a la implementación (Millones COP)

Recurso Humano	739,903
Capacitación	46,265
Software	80,736
Hardware	82,745
Mantenimiento	21,748
Total	971,396

Retorno de la inversión (ROI)

Pesimista	4.23%
Probable	21.18%
Optimista	27.38%

Posible beneficio con la implementación (Millones COP)

Pesimista	806.6
Probable	937.7
Optimista	985.7

Potencial riesgo de necesidad de adición (Millones COP)

Mínimo	5,594
Promedio	44,308
Máximo	78,091

Ahorro en adición mínima para alcanzar VPN = 0 en los primeros 5 años (Millones COP)	40.85%
	2,286

Resultados al año 10

Valor presente neto (VPN) (Millones COP)	8,217
Tasa Interna de Retorno (TIR)	29.78%