



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

**Análisis para la implementación de la metodología BIM orientada a mejorar la gestión de
la información y la coordinación, para la ejecución de proyectos del sector de
infraestructura pública municipal**

Programa de Maestría en Ingeniería Civil

Presentado por:

Iris Dahiana Semanate García

Dirigido por:

Félix Andrés Salgado Tejada (BSc. en Ingeniería Civil, MSc. en Gestión de la Edificación y
Construcción)

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Mayo de 2026

Tabla de contenido

	Pág.
Resumen.....	8
Introducción	9
1. Definición del problema	13
1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2 Pregunta de investigación	17
2. Objetivos	18
2.1 Objetivo general.....	18
2.2 Objetivos específicos	18
3. Justificación	19
4. Marco de referencia	22
4.1 Marco teórico	22
4.1.1 Gestión de la información en entidades públicas.....	22
4.1.2 Metodología Building Information Modelling	25
4.1.3 El estándar ISO 19650	27
4.2 Marco conceptual.....	29
4.3 Marco contextual	32
4.4 Marco normativo y regulatorio	33
4.4.1. Estrategia Nacional BIM de Colombia	33
4.4.2. Encuesta Nacional BIM	34
4.4.3. Guías y estándares nacionales.....	34
5. Metodología	36
5.1. Enfoque y diseño metodológico.....	36

5.2. Fuentes y técnicas de recolección	37
5.3. Estructura metodológica	38
5.4. Instrumentos y técnicas de análisis	39
6. Resultados del análisis y diagnóstico.....	40
6.1. Descripción de procesos actuales de gestión documental y coordinación.....	41
6.2. Identificación de brechas y oportunidades de mejora.....	45
6.3. Evaluación de madurez digital y capacidades organizacionales.....	49
6.4. Síntesis del diagnóstico.....	53
7. Propuesta de lineamientos para la implementación BIM	57
7.1. Fundamentos técnicos y organizativos de la propuesta	58
7.2. Lineamientos para la gestión estandarizada de la información técnica	61
7.3. Lineamientos para la coordinación interáreas y flujos de trabajo colaborativos	64
7.4. Recomendaciones sobre roles, nomenclaturas y protocolos institucionales.....	68
7.5. Estrategia de capacitación y gestión del cambio.....	71
8. Conclusiones y recomendaciones	76
8.1 Conclusiones generales	76
8.2 Conclusiones específicas por objetivo	78
8.2.1 Conclusión asociada al primer objetivo específico.....	78
8.2.2 Conclusión asociada al segundo objetivo específico	80
8.3 Recomendaciones para la Secretaría de Infraestructura Pública	82
8.4 Limitaciones del estudio y líneas futuras de investigación.....	84
Referencias bibliográficas.....	86
Glosario de términos especiales.....	93
Anexos	94

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Categorización de fallas en la implementación de BIM	15
Tabla 2 Recomendaciones para la implementación de la infraestructura de datos del Estado colombiano.....	24
Tabla 3 Barreras para la implementación de BIM	27
Tabla 4 Estructura y conceptos clave de la serie ISO 19650	28
Tabla 5 Normas y guías asociadas al marco normativo BIM en Colombia.....	35
Tabla 6 Fases de desarrollo metodológico de la investigación.....	38
Tabla 7 Escala de madurez BIM aplicada a los procesos de gestión documental y coordinación	41
Tabla 8 Síntesis del estado actual de los procesos de gestión documental y coordinación	45
Tabla 9 Síntesis de brechas críticas frente a la serie ISO 19650	48
Tabla 10 Variables e índices compuestos aplicados al diagnóstico institucional	52
Tabla 11 Índices compuestos de madurez BIM por entidad (escala 0–100)	52
Tabla 12 Síntesis integrada del diagnóstico institucional	56
Tabla 13 Fases propuestas para la adopción progresiva de la metodología BIM.....	60
Tabla 14 Componentes de los lineamientos para la gestión estandarizada de información	64
Tabla 15 Instancias propuestas de coordinación interáreas y flujos colaborativos	67
Tabla 16 Roles BIM propuestos en la estructura institucional	71
Tabla 17 Programa institucional de capacitación BIM por niveles	75
Tabla 18 Ficha técnica del instrumento	94
Tabla 19 Ficha técnica del análisis estadístico	105
Tabla 20 Indicadores síntesis del diagnóstico por entidad y total consolidado	106

Tabla 21 Parámetros estadísticos aplicados al procesamiento de la encuesta	106
Tabla 22 Modelo de Madurez BIM aplicado a la interpretación del diagnóstico	107
Tabla 23 Mapeo del cuestionario con los principios de la serie ISO 19650	107
Tabla 24 Índices compuestos definidos para el diagnóstico (escala 0–100)	109
Tabla 25 Distribución por entidad	109
Tabla 26 P1. Tipo de vinculación laboral por entidad	110
Tabla 27 P2. Clasificación del cargo por entidad	110
Tabla 28 P3. Tiempo de experiencia en proyectos de infraestructura pública	111
Tabla 29 P4. Herramientas o medios para la gestión documental (respuesta múltiple)	111
Tabla 30 P5. Eficiencia percibida del proceso actual de gestión de información.....	112
Tabla 31 P6. Frecuencia de problemas por duplicidad, pérdida o desactualización de información	113
Tabla 32 P7. Existencia de sistema de clasificación y nomenclatura de archivos.....	113
Tabla 33 P8. Herramientas utilizadas para la planificación y coordinación (respuesta múltiple)	114
Tabla 34 P9. Mecanismos de coordinación entre equipos de trabajo (respuesta múltiple)	115
Tabla 35 P10. Medios para el intercambio de archivos entre áreas o actores externos (respuesta múltiple).....	116
Tabla 36 P11. Existencia de estándares o protocolos definidos para el intercambio de archivos	117
Tabla 37 P12. Nivel de conocimiento sobre la metodología BIM.....	117
Tabla 38 P13. Capacitaciones o talleres sobre BIM ofrecidos por la entidad	118
Tabla 39 P14. Percepción sobre la mejora en coordinación con BIM.....	119
Tabla 40 P15. Uso de un Ambiente Común de Datos	119
Tabla 41 P16. Estrategia de gestión documental para los proyectos	120

Tabla 42 P17. Marco contractual basado en BIM.....	121
Tabla 43 P18. Capacitaciones en BIM en los últimos 3 años	121
Tabla 44 P19. Factores prioritarios para implementar BIM (máx. 2 selecciones)	122
Tabla 45 P20. Principales barreras percibidas para la adopción de BIM (máx. 2 selecciones)..	123
Tabla 46 Matriz de brechas frente a los requisitos de la serie ISO 19650.....	124
Tabla 47 Índices compuestos de madurez BIM por entidad (escala 0–100)	126
Tabla 48 Puntajes intermedios por variable (escala 0–100)	127
Tabla 49 Comparación general entre entidades por dimensión del diagnóstico.....	128
Tabla 50 Hallazgos críticos del diagnóstico institucional.....	129

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Distribución de respuestas por entidad.....	110
Figura 2 Herramientas para la gestión documental por entidad (frecuencia de menciones)	112
Figura 3 Eficiencia percibida del proceso actual de gestión de información	112
Figura 4 Frecuencia de problemas por duplicidad, pérdida o desactualización	113
Figura 5 Existencia de sistema de clasificación y nomenclatura de archivos.....	114
Figura 6 Herramientas utilizadas para la planificación y coordinación.....	115
Figura 7 Mecanismos de coordinación entre equipos de trabajo	115
Figura 8 Medios para el intercambio de archivos entre áreas y actores externos	116
Figura 9 Existencia de estándares o protocolos definidos para el intercambio	117
Figura 10 Nivel de conocimiento sobre la metodología BIM.....	118
Figura 11 Capacitaciones o talleres sobre BIM ofrecidos por la entidad	118
Figura 12 Percepción sobre la mejora en coordinación con BIM.....	119
Figura 13 Uso de un Ambiente Común de Datos en las entidades	120
Figura 14 Estrategia de gestión documental para los proyectos	120
Figura 15 Existencia de marco contractual basado en BIM	121
Figura 16 Capacitaciones recientes en BIM (últimos 3 años)	122
Figura 17 Factores prioritarios para implementar BIM en la entidad.....	122
Figura 18 Principales barreras percibidas para la adopción de BIM	123
Figura 19 Índices compuestos de madurez BIM por entidad (escala 0–100).....	126
Figura 20 Perfil comparativo de madurez BIM (radar) por entidad	127
Figura 21 Perfil comparativo de madurez BIM (radar) por entidad	128

Resumen

La presente investigación analizó las condiciones institucionales para implementar la metodología Building Information Modeling en proyectos de infraestructura pública municipal en Colombia, en aras de fortalecer la gestión de la información técnica, así como la coordinación interdisciplinaria. El estudio surge ante las problemáticas recurrentes del sector público territorial, en cuanto a retrasos en obras, sobrecostos, baja trazabilidad documental o fragmentación de la información entre dependencias técnicas. Metodológicamente se abordó un enfoque mixto, con predominio cualitativo y diseño no experimental transversal, complementada con elementos de estudio de caso. Se aplicó un cuestionario estructurado a treinta y cuatro funcionarios de una alcaldía municipal y gobernación del Valle del Cauca. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y análisis de contenido, tomando como referencia la serie ISO 19650, el modelo de madurez BIM y la Estrategia Nacional BIM 2020–2026. Los hallazgos identificaron seis brechas, que incluyen la ausencia de un ambiente común de datos funcional, baja formalización contractual BIM, capacitación insuficiente, falta de estandarización documental, coordinación mediante canales tradicionales y carencia de protocolos formales de intercambio de información. A partir de cuatro índices compuestos se calculó un nivel de madurez BIM de 42,1/100 para la alcaldía y 57,5/100 para la gobernación, ubicándolas en niveles iniciales e intermedios de madurez. Finalmente, se propusieron lineamientos técnicos y organizativos para una adopción progresiva de BIM, concluyendo que la transformación institucional requiere fortalecer los habilitadores organizacionales antes que las capacidades técnicas individuales.

Palabras clave: Building information modeling, gestión de infraestructura pública, madurez digital institucional, coordinación interdisciplinaria, gestión de información técnica.

Introducción

En el dinámico entorno de los proyectos de infraestructura pública, la eficacia en la gestión de la información técnica y la articulación entre las áreas responsables son factores determinantes para el cumplimiento de metas en términos de calidad y programación, sin exceder el presupuesto; como sostienen López y Arango (2025), al analizar las obras públicas en Colombia. En ese sentido, la creciente complejidad de estos proyectos exige nuevas formas de organización y comunicación entre los actores que intervienen en su ciclo de vida. Es así como el Building Information Modeling (BIM) ha emergido como una metodología que ayuda a abordar estos desafíos, en la medida que permite una gestión integrada y colaborativa de la información desde la planeación hasta la operación, como se verá más adelante.

A nivel internacional, la norma ISO 19650 (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2018) estableció un marco que respalda el modelado de información en la construcción, promoviendo así un enfoque colaborativo, donde haya roles claros y el flujo de trabajo se alinee con los objetivos del proyecto. En Colombia, el avance hacia la transformación digital del sector fue liderado por BIM Forum Colombia, con auspicio de la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol, 2021). Este espacio técnico, en el que participan entidades públicas y privadas, desde el 2017 ha promovido estrategias de adopción progresiva y construcción de capacidades institucionales. Así mismo, la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 (Gobierno de Colombia, 2020) destacó la importancia de fortalecer el uso de esta metodología, en el ámbito y en la modernización de la gestión pública.

Sumado a lo dicho, investigaciones especializadas sostienen que la colaboración y el riesgo son ejes transversales dentro de la implementación de BIM; el trabajo de Ali et al. (2022), basado en una revisión sistemática de documentos extraídos de la base de datos Web of Science,

demostró un gran interés por la investigación sobre esta metodología, entre 2010 y 2021, identificando que 88 artículos abordaron directamente la relación entre colaboración y riesgo en proyectos de construcción. Su análisis bibliométrico reveló también temas de investigación que incluyeron la colaboración en entornos BIM, la integración de BIM con sistemas de información geográfica (GIS) e Internet de las Cosas (IoT), las barreras para la integración de BIM, la sostenibilidad vinculada a BIM, y la evaluación de riesgos e incertidumbre.

A su vez, Li et al. (2024) en un análisis de publicaciones científicas del periodo 2020 a 2024, evidenciaron un crecimiento significativo en la producción, particularmente en estudios que integraron BIM con tecnologías emergentes como Gemelos Digitales, IoT o Machine Learning. Sus hallazgos indicaron que, en Estados Unidos, al igual que en China y Reino Unido se ha logrado un mayor avance en términos de producción. Además, clasificaron las aplicaciones de BIM en infraestructura civil en tres módulos, empezando con la gestión del ciclo de vida, la colaboración en proyectos a gran escala y el diseño sostenible. Ambos estudios (Ali et al., 2022 y Li et al., 2024) coincidieron en señalar que la colaboración efectiva y la gestión de riesgos constituyen áreas que requieren atención en este tipo de proyectos.

Otro antecedente relevante, lo plantean Pan y Zhang (2023), quienes examinaron la integración de BIM con inteligencia artificial para la gestión inteligente de la construcción, concluyendo que la automatización de procesos de coordinación reduce los riesgos asociados a la comunicación deficiente entre equipos. Mientras que Xia et al. (2022) analizaron la integración de BIM con sistemas de información geográfica en el marco de los gemelos digitales para el diseño de ciudades, demostrando que la combinación de estas tecnologías mejora la trazabilidad de la información y la toma de decisiones en proyectos de infraestructura. En tanto, Datta et al. (2023) realizaron una revisión sobre los beneficios y barreras de BIM para prácticas sostenibles

en la industria de la construcción, identificando que la falta de estandarización y la resistencia al cambio organizacional son dos grandes obstáculos recurrentes.

En el ámbito nacional, la Encuesta Nacional BIM 2023 (Camacol, 2023) reveló la existencia de dificultades relacionadas con la ausencia de metodologías estructuradas, la escasa coordinación interáreas, la falta de capacitación técnica, la limitada interoperabilidad de herramientas y la deficiente coordinación efectiva entre actores. Sin embargo, casos de aplicación como los desarrollados por la Unidad de Proyectos de Infraestructura de Transporte (UPIT, 2022) y el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU, 2024), dejaron en evidencia que cuando BIM se implementa desde una visión institucional adaptada, con lineamientos claros, es posible mejorar la trazabilidad documental, favoreciendo así la interoperabilidad de herramientas y la planificación técnica. Estos casos confirmaron que una adopción progresiva, adaptada al contexto institucional, pudo fortalecer la toma de decisiones y reducir reprocesos derivados de la fragmentación informativa.

Ahora bien, en la presente investigación y desde el contexto específico de una dependencia pública municipal, dedicada a la infraestructura, se identifica una intención creciente por adoptar BIM como mecanismo para mejorar los procesos de planeación, seguimiento y control. No obstante, se observó que el uso de herramientas tecnológicas no estuvo acompañado de una estructura metodológica clara, generándose una desconexión entre áreas, con reprocesos y marcadas dificultades en la consolidación de la información técnica y problemas en la trazabilidad de decisiones.

Ante esta realidad, el presente proyecto de grado tuvo como propósito analizar el estado actual de la gestión de información técnica y la coordinación en proyectos de infraestructura pública municipal, tomando como referente dos entidades públicas territoriales del Valle del

Cauca, Colombia, con el fin de plantear alternativas que permitan optimizar el flujo de información técnica, fortaleciendo la articulación entre las áreas responsables. Para ello, se desarrolló un análisis institucional mediante la implementación de un cuestionario, a fin de identificar barreras técnicas y humanas, que afectan el enfoque organizacional en el uso de BIM. A partir de los hallazgos, se propusieron lineamientos técnicos y organizativos para orientar una adopción progresiva de BIM, adaptada al contexto institucional, enfocada en mejorar la transmisión documental y la articulación entre áreas para la coordinación de proyectos.

Se espera que los resultados de esta investigación, de ser analizados por las entidades donde fueron levantados los datos, o replicados, con sus respectivas adaptaciones en otros municipios, puedan mejorar la gestión de proyectos al interior de la dependencia municipal caso de estudio, aportando como referencia para otras entidades del sector público que buscan incorporar BIM de manera efectiva y alineada con su estructura operativa.

1. Definición del problema

1.1 Planteamiento del problema

La gestión de proyectos de infraestructura pública en Colombia ha enfrentado históricamente dificultades que afectan la eficacia en el uso de los tiempos de ejecución, derivando en problemas de calidad de las obras entregadas a la ciudadanía. A continuación, se presenta el planteamiento del problema, con base en diversos estudios donde se ha documentado que las desviaciones entre lo planificado y lo ejecutado constituyen una práctica recurrente, evidenciando debilidades en los procesos de planeación y control. Para empezar, Cuervo y Gómez (2023), en un estudio donde analizaron una muestra de 81 procesos de licitación pública en municipios del departamento de Boyacá, encontraron que el 86,4 % de los proyectos presentaron un mayor tiempo de ejecución respecto al plazo programado inicialmente, y de estos, el 45,7 % mostró una desviación superior al 150 %. En cuanto a los costos, el 59,3 % de los proyectos analizados finalizaron con un valor superior al presupuestado. Los autores identificaron que el principal motivo de estas desviaciones, presente en el 49 % de los casos, correspondió a los ajustes en diseños y presupuestos, evidenciándose deficiencias en la etapa de planificación realizada por las entidades territoriales.

Esta problemática no es exclusiva de un departamento en particular; Ramírez et al. (2025) realizaron una revisión sistemática sobre las falencias en la gestión de proyectos públicos en toda Colombia, concluyendo que la ausencia de una planificación adecuada, así como la falta de coordinación entre las entidades responsables, además de una escasa capacitación técnica del personal, deficiente gestión de riesgos y limitada implementación de herramientas estandarizadas de monitoreo y control, son en conjunto los principales obstáculos para la ejecución exitosa de obras de infraestructura pública. Estos autores señalan que la falta de identificación temprana de

los riesgos conduce a decisiones mal fundamentadas, afectando el desarrollo del proyecto en etapas posteriores. Así mismo, advirtieron que la ausencia de metodologías internacionales de gestión de riesgos impide a las instituciones públicas anticipar y mitigar los impactos negativos sobre los presupuestos o los cronogramas.

En el contexto de las deficiencias previamente expuestas, la metodología BIM se plantea como una alternativa para mejorar la gestión de la información y la coordinación entre los actores involucrados en el ciclo de vida de los proyectos. No obstante, su implementación en el sector público colombiano no está exenta de problemáticas que van más allá de lo tecnológico. Gómez (2022), al estudiar la relación entre BIM y la cultura organizacional en empresas constructoras colombianas, pudo constatar que el éxito de la adopción de esta metodología depende en gran medida de factores humanos y organizacionales, como la disposición al cambio, la definición clara de roles y responsabilidades, la implementación de entornos comunes de datos y el establecimiento de protocolos estandarizados para la gestión de la información. La autora evidenció, mediante entrevistas a cinco empresas con distintos niveles de madurez BIM, que aquellas organizaciones que lograron una inmersión colectiva en la metodología, con liderazgos comprometidos y políticas claras de gestión del cambio, presentaron menores niveles de resistencia, así como mejores resultados en la calidad de sus entregables.

Entre tanto, Morales (2025) identificó, desde su experiencia como modelador BIM, las fallas recurrentes durante el modelado en proyectos de infraestructura, clasificándolas en cuatro categorías, como se aprecian en la tabla 1.

Tabla 1*Categorización de fallas en la implementación de BIM*

Categoría	Fallas asociadas
Gestión y planificación	Falta de planificación y objetivos claros; ausencia de protocolos de sincronización y cierre de modelos.
Factor humano y organizacional	Resistencia al cambio; falta de capacitación; deficiencias en la coordinación interdisciplinaria.
Tecnológico y de interoperabilidad	Problemas de interoperabilidad entre softwares; fallas en la gestión de worksets.
Técnico y de modelado	Uso de familias mal parametrizadas o duplicadas; errores en asignación de punto base y punto de reconocimiento.

Nota. Adaptado de Morales (2025).

Una de las conclusiones más relevantes del estudio de Morales (2025), para el sector público, es que la falta de revisión de calidad y la ausencia de estándares para la gestión de parámetros generan consecuencias como desfases entre modelos, colisiones no detectadas, pérdida de datos y disminución de la productividad del equipo. En consecuencia, propuso la estandarización de procesos a través del plan de ejecución BIM (BIM Execution Plan), la implementación de Entornos Comunes de Datos, la designación de responsables por disciplina y la capacitación continua del personal.

En cuanto al ámbito de la gestión pública municipal, estas barreras se ven agravadas por condiciones particulares que diferencian a las entidades territoriales de las empresas privadas. Ramírez et al. (2025), señalaron que gran parte de las falencias en la organización de proyectos de infraestructura pública en Colombia se atribuyen a la falta de experiencia de los administradores, así como a la escasez de recursos para establecer controles eficaces. Adicionalmente, Camacho (2023), sostiene que la falta de implementación de prácticas internacionales efectivas en la administración de proyectos públicos ha agravado los problemas de eficacia, y que la ausencia de regulaciones definidas, aunada a la imposibilidad de ajustar

metodologías validadas a escala global al entorno colombiano restringen el éxito de los proyectos de infraestructura.

Opinión semejante a la expresada en el párrafo anterior, pero a partir del contexto internacional, plantean Datta et al. (2023), al analizar beneficios y barreras de BIM para prácticas sostenibles, identificando que la falta de estandarización y la resistencia al cambio organizacional persisten como obstáculos recurrentes en la industria de la construcción. Estos hallazgos cobran relevancia en el contexto de las secretarías de infraestructura municipal, donde la rotación de personal por cambios de administración y la ausencia de una cultura organizacional orientada a la gestión de la información constituyen barreras adicionales que dificultan la adopción de metodologías colaborativas como BIM.

En el caso específico de la Secretaría de Infraestructura Pública Municipal objeto del presente estudio, se ha identificado una intención institucional por adoptar BIM como mecanismo para mejorar los procesos de planeación y control de los proyectos. Sin embargo, el uso incipiente de tecnologías no ha estado acompañado de una estructura metodológica clara que permita articular los flujos de información, definir roles y responsabilidades en torno a la gestión de datos, o establecer protocolos de coordinación entre las áreas técnicas involucradas. Como consecuencia, existen desconexiones entre áreas, reprocesos por duplicidad o desactualización de información y dificultades en la consolidación de la información técnica para la toma de decisiones.

La situación descrita, refleja lo que Gómez (2022) denomina la confusión entre el uso de herramientas tecnológicas y la adopción de una metodología integral de trabajo colaborativo. En su trabajo de campo, varios profesionales señalaron que se suele percibirse BIM como un software o un proyecto puntual, desconociendo que su adopción transforma integralmente los

procesos de consultoría, ejecución y mantenimiento. Esta misma confusión parece estar presente en la entidad objeto de estudio, donde el uso de modelos tridimensionales no ha sido acompañado de los protocolos y estándares de gestión de la información que exige la metodología BIM para ser efectiva.

Por tanto, se requiere estructurar recomendaciones tomadas de la metodología BIM adaptadas a la realidad del sector público municipal, que permita articular actores, estandarizar procesos de gestión documental y garantizar una gestión de proyectos más eficaz, superando las barreras identificadas en la literatura especializada.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cómo puede la implementación de la metodología BIM mejorar la gestión de la información y la eficacia en la coordinación de proyectos de infraestructura entre las áreas técnicas de una Secretaría de Infraestructura Pública?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar el estado actual de la gestión de información y la coordinación técnica, mediante un estudio de caso, con el fin de identificar oportunidades de mejora a través de la metodología BIM y proponer lineamientos iniciales que orienten su adopción en entidades del sector público, mediante una adecuada gestión de la información técnica desde la etapa de planificación hasta la ejecución.

2.2 Objetivos específicos

Analizar el estado actual de los procesos de gestión de información y coordinación técnica en la Secretaría de Infraestructura Pública, con el fin de identificar brechas, oportunidades de mejora y condiciones para la implementación de la metodología BIM.

Definir los lineamientos técnicos, organizativos y operativos necesarios para orientar la adopción progresiva de la metodología BIM, con el fin de estandarizar la gestión documental y fortalecer la coordinación entre áreas.

3. Justificación

El desarrollo de la presente investigación se justifica desde cuatro parámetros, que incluyen la conveniencia práctica, la relevancia social, el valor teórico y la viabilidad operativa. En cuanto a la conveniencia práctica, se responde a una necesidad evidenciada en la gestión de proyectos de infraestructura pública municipal en Colombia. Como lo documentaron Cuervo y Gómez (2023), con las cifras planteadas en la descripción del problema, hay una crisis en la planificación y ejecución de obras públicas que afecta directamente la confianza de la ciudadanía en las instituciones y el cumplimiento de los fines del Estado. La implementación de la metodología BIM, como lo demostraron los casos de la UPIT (2022) y del IDU (2024), favorece la trazabilidad documental, reduciendo los reprocesos derivados de la fragmentación informativa. Por lo tanto, analizar las condiciones para su adopción en una Secretaría de Infraestructura Municipal constituye un aporte práctico para la administración pública local.

En cuanto a la relevancia social, existe un potencial de impacto sobre las comunidades beneficiarias de los proyectos de infraestructura pública. Dado que las deficiencias en la gestión de proyectos, caracterizadas por sobrecostos y retrasos, representan un uso ineficiente de los recursos públicos, al tiempo que postergan la materialización de obras para la calidad de vida de los ciudadanos, tales como vías, puentes, acueductos, alcantarillados y equipamientos urbanos. Autores como Ramírez et al. (2025) señalaron que el impacto de una gestión ineficaz se traduce directamente en un deterioro de las condiciones de vida de las poblaciones que esperan soluciones a necesidades básicas insatisfechas. En este sentido, mejorar la gestión de la información y la coordinación entre áreas técnicas no es un fin en sí mismo, sino un medio para garantizar que los recursos públicos se traduzcan en obras oportunas, que respondan a las expectativas ciudadanas.

Sobre el valor teórico de la investigación, este se relaciona con la adaptación de estándares internacionales de gestión de información al contexto específico del sector público municipal colombiano. Si bien existen marcos normativos como la ISO 19650 (ISO, 2018) y guías desarrolladas por BIM Forum Colombia (Camacol, 2021), su aplicación directa en entidades territoriales con limitaciones técnicas y presupuestales no resulta factible sin un proceso de adaptación. Como expuso Camacho (2023), la falta de implementación de prácticas internacionales en la administración de proyectos públicos agrava los problemas de eficacia en el entorno colombiano, restringiendo el éxito de los proyectos de infraestructura. El presente estudio contribuye a cerrar esa brecha, proponiendo lineamientos específicos para una adopción progresiva de BIM, fundamentados en un diagnóstico real de las condiciones institucionales de una Secretaría de Infraestructura Municipal.

También desde la utilidad metodológica, esta investigación se justifica al integrar enfoques cualitativos y cuantitativos para el análisis de la gestión de información en el sector público. El diseño metodológico, soportado en un cuestionario estructurado a partir de los objetivos propuestos y retomando componentes de la encuesta de Camacol (2021), puede ser replicado por otras entidades territoriales que enfrenten desafíos similares. Retomando a autores como Gómez (2022) y Morales (2025) se ha demostrado la eficacia de estos enfoques para identificar fallas y barreras en la implementación de BIM. Por lo tanto, este trabajo plantea conocimiento situado para el caso específico estudiado, al tiempo que ofrece una hoja de ruta metodológica para investigaciones futuras en otros municipios del país.

Por otro lado, las implicaciones prácticas de esta investigación se relacionan con los lineamientos técnicos y organizativos para la adopción progresiva de BIM, que proporcionan a los tomadores de decisiones de la Secretaría de Infraestructura Municipal, herramientas concretas

para estandarizar la gestión documental y establecer protocolos de coordinación entre áreas. Esto contribuye directamente a la reducción de reprocesos, redundando en la optimización del flujo de información entre planeación, diseño, ejecución y supervisión.

Finalmente, la contribución al desarrollo regional y nacional es una motivación adicional de esta investigación. Colombia se ha propuesto mediante la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 (Gobierno de Colombia, 2020) avanzar hacia la digitalización del sector de la construcción, con metas específicas de adopción de BIM en proyectos públicos. El logro de estos objetivos requiere de estudios situados que identifiquen las barreras específicas de las entidades territoriales y propongan rutas de implementación realistas. Este trabajo aspira a ser un referente para otros municipios del país que, con recursos limitados y estructuras organizacionales complejas, buscan incorporar BIM como herramienta para mejorar la gestión de sus proyectos de infraestructura en pro del bienestar de sus comunidades.

4. Marco de referencia

4.1 Marco teórico

4.1.1 Gestión de la información en entidades públicas

Este tipo de gestión es un componente estratégico para la modernización del Estado y la mejora de los servicios que este ofrece a la ciudadanía. En el contexto colombiano, las entidades públicas enfrentan desafíos en cuanto a la administración, almacenamiento, transmisión y protección de la información técnica generada durante el ciclo de vida de los proyectos de infraestructura (Pisconti, 2025). Para este autor, la gestión administrativa integrada con las tecnologías de información es actualmente indispensable para las instituciones públicas, aunque se presenten retos en materia de capacitación del personal y cultura organizacional. En otras palabras, la integración de las tecnologías de información mejora la eficacia y transparencia en el sector público, advirtiéndose que la gestión administrativa requiere una actualización permanente, para adaptarse a las transformaciones sociales y tecnológicas.

A su vez, Ramírez y Rincón (2022) sostienen que, para garantizar la seguridad de la información en el sector público colombiano, debe darse cumplimiento a las políticas de Gobierno Digital y Seguridad Digital. Esto se debe a que las entidades públicas tienen la obligación constitucional de proteger la información de los ciudadanos, y la implementación de estándares internacionales constituye una herramienta clave para garantizar la integridad y disponibilidad de los datos. El gobierno colombiano, a través de la Resolución 500 de 2021, ha establecido los lineamientos y estándares para la estrategia de seguridad digital, evidenciando el compromiso institucional con la protección de la información en el sector público.

Ahora bien, la gestión documental y la planificación de proyectos en el sector público han encontrado en metodologías estandarizadas un soporte para mejorar la calidad de la

información técnica. Cuervo y Gómez (2023) proponen la integración de procesos de la guía PMBOK® (Project Management Institute, 2017) a la planeación de proyectos de infraestructura pública, destacando la importancia de herramientas como la identificación de interesados, la recopilación de requisitos, la gestión de riesgos, tanto cualitativa como cuantitativa y la estimación de recursos. Estos procesos, adaptados al contexto colombiano, permiten estructurar la formulación de proyectos con un mayor criterio técnico, involucrando variables que trascienden los requerimientos legales mínimos de la contratación pública.

Por su parte, el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2023) ha desarrollado herramientas como la Metodología General Ajustada (Resolución 1450 de 2013) y el Sistema Unificado de Inversiones y Finanzas Públicas, que constituyen referentes institucionales para la estandarización de la información en proyectos de inversión pública. Estas herramientas, junto con la Plataforma Integrada de Inversión Pública, buscan incrementar la transparencia y la responsabilidad en la realización de proyectos, proporcionando marcos metodológicos que facilitan la planeación y control de la inversión pública.

En cuanto a la vigilancia y control de la información técnica durante la ejecución de proyectos, Chamorro et al. (2022) destacan el papel del interventor como veedor de los términos pactados en los contratos de infraestructura pública. Los autores señalan que la legislación colombiana ha establecido, a través de la Ley 1474 de 2011 y la Ley 1796 de 2016, disposiciones que fortalecen la responsabilidad civil, fiscal, penal y disciplinaria de quienes ejercen contratos de interventoría. Este marco normativo proporciona herramientas para la supervisión técnica, administrativa, financiera, jurídica, ambiental, así como social de los proyectos, asegurando que la información generada durante la ejecución responda a los estándares de calidad requeridos.

Retomando a Ramírez et al. (2025) se destaca que la implementación de metodologías globales permite incrementar la eficacia y efectividad en la realización de proyectos públicos. El Earned Value Management, en particular, posibilita un monitoreo estricto del rendimiento de los proyectos, favoreciendo la detección oportuna de desviaciones, para potenciar la capacidad de los administradores de reaccionar ante situaciones de contingencia. Estas herramientas, complementadas con modelos de dinámica de sistemas y análisis de complejidad (Kermanshachi y Safapour, 2019), ofrecen una perspectiva más completa de los proyectos, asistiendo a los administradores en la optimización de recursos, mejorando de forma continua los procesos de gestión de información.

Finalmente, la tabla 2, plantea componentes relacionados con la Infraestructura de Datos del Estado Colombiano (IDEC) y el Plan Nacional de Infraestructura de Datos (PNID), que constituyen los referentes institucionales para que las entidades públicas territoriales gestionen, compartan y utilicen datos de manera eficaz y segura (MinTIC, 2020). Estos marcos promueven un ecosistema de datos que soporta la toma de decisiones informadas. Como se observa las recomendaciones para implementar la IDEC en el orden territorial se estructuran en seis componentes interdependientes.

Tabla 2

Recomendaciones para la implementación de la infraestructura de datos del Estado colombiano

Componente IDEC	Recomendaciones
Estrategia y Gobernanza	Designar un administrador de datos (Decreto 1389 de 2022); caracterizar el ecosistema de datos territorial; incorporar necesidades de datos en el PETI; establecer un modelo de gobierno de datos institucional.
Datos	Identificar oferta y demanda de datos maestros; adoptar lineamientos de datos geográficos de la ICDE; realizar apertura de datos abiertos; adoptar lineamientos de gestión documental del AGN; actualizar inventario de registros administrativos (SICODE); alinear infraestructura de datos con planeación estadística del DANE.
Aprovechamiento de datos	Definir y priorizar proyectos basados en necesidades territoriales; evaluar capacidades mediante mapa de capacidades y modelo de madurez; fomentar cultura de uso y aprovechamiento de datos.

Interoperabilidad	Identificar e implementar servicios de intercambio de información sectorial; aplicar el marco de interoperabilidad; vincular entidades a la plataforma X-road.
Seguridad y privacidad	Adoptar lineamientos del Decreto 338 de 2022 y Resolución 500 de 2021.
Herramientas técnicas y tecnológicas	Apropiar el dominio de arquitectura de información del Marco de Referencia de Arquitectura Empresarial (MRAE).

Nota. Datos tomados del MinTIC (2020).

4.1.2 Metodología Building Information Modelling

Se constituye como un enfoque colaborativo para la creación y gestión de proyectos de construcción, cuyo objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo digital creado por todos los agentes intervinientes (BuildingSMART Spain, 2018). A diferencia de los sistemas tradicionales de diseño asistido por computador, que se limitan a representaciones gráficas bidimensionales, BIM integra información geométrica, espacial, temporal, de costos, de especificaciones técnicas y de mantenimiento en un entorno digital único y accesible para todas las disciplinas involucradas en el ciclo de vida del proyecto (Bernal et al., 2024). Esta metodología coadyuva en la profesionalización de los proyectos mediante la determinación de directrices que pueden ser ejecutadas de manera simultánea entre las diferentes especialidades que interactúan en el proceso de concepción del proyecto, respetando tiempos y procesos de cada disciplina.

En términos de sus aplicaciones prácticas, Bernal et al. (2024) indica que BIM ofrece ventajas significativas en el desarrollo y dirección de proyectos de edificación e infraestructura; entre las principales se encuentran:

- Visualización virtual con alto grado de realismo de todos los componentes del proyecto.
- Mayor rapidez para generar múltiples alternativas de diseño.
- Correcta captación y resguardo de la totalidad de la información del proyecto.
- Generación automática de planos y documentos.

- Fácil interacción entre el área de planeación y construcción.

Las características mencionadas por Bernal et al. (2024), han permitido a esta metodología perfilarse como un procedimiento de referencia para la concepción de proyectos de construcción.

Por otro lado, la evolución de BIM ha estado ligada al desarrollo de aplicaciones informáticas especializadas que brindan soluciones a las diferentes áreas que demanda un proyecto de construcción. Volviendo con Bernal et al. (2024) se identifican una amplia variedad de software disponibles en el mercado. La coexistencia de estas herramientas plantea el desafío de la interoperabilidad, aspecto que garantiza el intercambio fluido de información entre plataformas, abordado mediante estándares abiertos como Industry Foundation Classes.

A nivel internacional, el marco normativo de referencia para la gestión de información en entornos BIM es la serie ISO 19650. Esta norma establece los principios y requisitos para la gestión de información durante el ciclo de vida de los activos construidos, promoviendo estructuras colaborativas donde los roles y responsabilidades se encuentran claramente definidos. La implementación de BIM bajo este marco implica la adopción de conceptos como el Entorno Común de Datos, que actúa como repositorio único y centralizado donde se almacena y difunde la información del proyecto, garantizando que todos los agentes trabajen con la versión más actualizada de los datos (Bernal et al., 2024).

No obstante, la adopción de BIM enfrenta barreras que deben ser tenidas en cuenta, como indican Sepúlveda et al. (2025), quienes remiten a cinco categorías de barreras que limitan la interacción efectiva entre metodologías colaborativas como BIM y el sector construcción, las cuales se plantean en la tabla 3.

Tabla 3*Barreras para la implementación de BIM*

Categoría	Barreras asociadas
Factores económicos	Inversión inicial en software especializado, equipos tecnológicos avanzados y capacitación del personal; afecta especialmente a pequeñas y medianas empresas.
Factores culturales	Resistencia al cambio en una industria tradicionalmente fragmentada; falta de demanda de profesionales calificados; escepticismo hacia nuevas tecnologías.
Factores tecnológicos	Limitada interoperabilidad entre plataformas; pérdida de datos en transferencias; falta de talento capacitado en herramientas modernas.
Factores normativos	Ausencia de estándares y regulaciones claras; falta de directrices sobre propiedad intelectual, seguros y contratos.
Factores de gestión	Falta de apoyo de la alta dirección; estructuras organizacionales inadecuadas; baja motivación de los actores involucrados.

Nota. Adaptado de Sepúlveda et al. (2025).

La identificación de estas barreras permite a las organizaciones, especialmente a las entidades públicas municipales, anticipar desafíos, diseñando hojas de ruta realistas para la adopción progresiva de BIM, evitando que estos obstáculos se conviertan en limitantes insuperables

En el contexto específico de este estudio, es oportuno el trabajo de Osorio et al. (2024), quienes analizaron la implementación de BIM en pequeñas y medianas empresas del sector construcción colombiano. Los autores evidenciaron que la falta de planificación estratégica y recursos tecnológicos contribuye significativamente a las dificultades de adopción, señalando que las estrategias de cambio cultural deben considerar capacitación personalizada y programas de sensibilización que promuevan la confianza y la cooperación entre las partes interesadas. Estos hallazgos son extrapolables a las entidades públicas municipales, que enfrentan condiciones estructurales similares de limitación de recursos, así como resistencia al cambio organizacional.

4.1.3 El estándar ISO 19650

Finalmente, para cerrar el marco teórico, es necesario establecer que la gestión de la información en proyectos de construcción bajo la metodología BIM requiere un marco normativo

que garantice la consistencia, trazabilidad e interoperabilidad de los datos durante todo el ciclo de vida de los activos construidos. Es así como la serie de normas ISO 19650 es la referencia para la organización y digitalización de la información en edificaciones y obras de ingeniería civil. Como señala Manríquez (2019), esta serie se desarrolló sobre la base de la probada norma británica BS 1192 y la especificación PAS 1192-2, unificando criterios a nivel global. En consecuencia, la ISO 19650 constituye una referencia aplicable en todo el mundo, y cada país puede decidir si fortalece su rol adoptándola como propia.

En la tabla 4, es posible apreciar, de manera resumida los componentes que hacen parte de la norma, junto a una breve descripción para facilitar su comprensión.

Tabla 4

Estructura y conceptos clave de la serie ISO 19650

Partes de la norma	Descripción
Parte 1	Conceptos y principios para la gestión y producción de información durante el ciclo de vida de activos construidos
Parte 2	Requisitos de información durante la fase de desarrollo de activos (proyectos de cualquier tamaño y complejidad)
Partes 3, 4 y 5	Fase operacional de activos, intercambio de información y enfoque orientado a la seguridad

Nota. Adaptado de Manríquez (2019).

En el contexto latinoamericano, países como Chile han adoptado la ISO 19650 como base para su Estándar BIM para Proyectos Públicos, que funciona como un anexo nacional que especifica cómo debe entregarse la información en detalle (Manríquez, 2019). Colombia, a través de la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 y la adopción de la NTC-ISO 19650, ha iniciado un camino similar. Sin embargo, como advierte Amen Lóor (2026), la mayoría de los estudios latinoamericanos aún no emplean estándares concretos, señalando la falta de normativas específicas como una limitante en sí misma. Para la presente investigación, este hallazgo refuerza la necesidad de que los lineamientos propuestos para la Secretaría de Infraestructura

Municipal se alineen con la ISO 19650 como garantía de interoperabilidad y calidad de la información técnica en los proyectos de infraestructura pública.

4.2 Marco conceptual

Para comprender los fundamentos que orientan la presente investigación, se han definido seis conceptos que articulan el análisis de la gestión de información y la coordinación de proyectos en el ámbito de la infraestructura pública municipal. Estos conceptos emergen de la literatura consultada junto al trabajo de campo realizado en la Secretaría de Infraestructura Municipal. La selección de cada término responde a su recurrencia en los diagnósticos institucionales y a su relevancia para la adopción progresiva de la metodología BIM en entidades públicas territoriales.

Gestión documental: se refiere al conjunto de prácticas y herramientas que orientan los procesos de administración de los documentos y archivos generados durante el ciclo de vida de los proyectos. Según Pisconti (2025), la incorporación de tecnologías de la información contribuye a incrementar la eficacia y la transparencia en las entidades públicas, resaltando además la necesidad de mantener actualizados los procesos administrativos. Por su parte, Chamorro, Pérez y Serrano (2022) indican que la normativa colombiana ofrece instrumentos para el control técnico de los proyectos, garantizando que la documentación generada cumpla con criterios de calidad. En síntesis, dentro del ámbito público, la gestión documental implica actividades como identificación, clasificación, almacenamiento, recuperación y disposición final de los documentos, que son actividades esenciales para asegurar el buen término de los proyectos de infraestructura.

Ambiente común de datos: conocido por sus siglas en inglés CDE (Common Data Environment), es una plataforma digital centralizada donde se almacena y gestiona la

información de los proyectos de manera estructurada, permitiendo que diferentes áreas y actores accedan a los mismos documentos de forma controlada; Manríquez (2019) señala que implementar una solución de ambiente común de datos con un flujo de trabajo definido permite el acceso a la información por parte de quienes la requieren para realizar su función, estableciendo cuatro estados, como son el trabajo en progreso, compartido, publicado y archivado. A su vez, Bernal et al. (2024) señalan que la coexistencia de múltiples aplicaciones informáticas plantea el desafío de la interoperabilidad, aspecto que remite al éxito del ambiente común de datos, en la medida que garantiza que distintas plataformas puedan intercambiar información sin pérdida de datos ni errores de interpretación.

Clasificación y nomenclatura de archivos: conjuntos de reglas predefinidas para organizar y almacenar los documentos y modelos generados en los proyectos, lo que permite su identificación y recuperación por parte de todos los miembros del equipo. Cuervo y Gómez (2023) sostienen que la integración de procesos estandarizados en la planeación de proyectos de infraestructura pública requiere de herramientas como la identificación de requisitos y la gestión de entregables. En ese sentido, la ausencia de sistemas de clasificación unificados genera duplicidad de información o pérdida de versiones actualizadas, situación que deriva en dificultades en la trazabilidad documental. La ausencia de procedimientos estandarizados se constituye en un obstáculo para la ejecución exitosa de obras de infraestructura; por ende, deben adoptarse sistemas de nomenclatura consistentes (Ramírez et al., 2025).

Madurez BIM: corresponde al nivel de desarrollo e implementación de la metodología BIM dentro de una organización, cuando se han logrado integrar dimensiones tecnológicas, organizacionales y humanas; para Gómez (2022) el éxito en la adopción de BIM depende principalmente de factores que incluyen la disposición al cambio, donde haya una definición

precisa de roles y responsabilidades, todo esto dentro del uso de protocolos estandarizados para la gestión de la información. Del mismo modo, Osorio et al. (2024) agregan que la carencia de planificación estratégica y de recursos tecnológicos dificulta considerablemente su adopción. La evaluación de la madurez BIM suele realizarse mediante modelos que consideran aspectos relacionados con estrategia, procesos, personas y tecnología.

Coordinación interdisciplinaria: consiste en la articulación y colaboración entre los profesionales de distintas áreas, como arquitectura, ingeniería estructural, sistemas eléctricos e hidrosanitarios, involucrados en el desarrollo de proyectos de infraestructura; autores como Ali et al. (2022) demostraron que la colaboración efectiva y la adecuada gestión de riesgos son elementos prioritarios en este tipo de proyectos. De igual forma, Sepúlveda et al. (2025) identifican la deficiente coordinación interdisciplinaria como uno de los factores culturales que obstaculizan la adopción de metodologías colaborativas; en tanto Chamorro et al. (2022) resaltan además la función del interventor como supervisor del cumplimiento contractual, labor que exige comunicación y coordinación permanente con todas las áreas participantes del proyecto.

Marco contractual BIM: se basa en el conjunto de cláusulas, disposiciones o anexos que son incorporados en contratos de obra pública para definir requisitos de información, responsabilidades, niveles de desarrollo, formatos de intercambio y procedimientos de entrega de documentos y modelos elaborados bajo metodología BIM. Amen Llor (2026) reconoce que, si no se plantean estándares y regulaciones específicas para BIM se genera una barrera para su implementación, mientras que en países con normativas consolidadas las empresas enfrentan menores costos asociados al rediseño de proyectos.

4.3 Marco contextual

En el contexto colombiano, las secretarías de infraestructura municipal operan en un entorno de alta complejidad técnica, así como administrativa y ambiental. Vilorio et al. (2018) señalan que los proyectos de infraestructura en Colombia se clasifican en dos grandes grupos: proyectos lineales, que se localizan en corredores como carreteras, túneles y ductos, atravesando una gran diversidad de componentes ambientales y usos del suelo; y proyectos concentrados, que comprenden edificaciones, instalaciones industriales y equipamientos que se ubican en un área determinada. Ambos tipos de proyectos se conciben bajo un ciclo articulado y progresivo que comprende las etapas de planeación, construcción, operación y abandono, lo que exige una gestión rigurosa de la información técnica y documental a lo largo de todo el ciclo de vida del activo.

Entre tanto, Vilorio et al. (2018) identifican que en Colombia se evidencia una recurrente falta de calidad en los estudios técnicos y ambientales, caracterizada por una incertidumbre en la predicción de impactos originada por la subjetividad de dichos estudios, y señalan que es frecuente que los resultados obtenidos se alejen de la realidad, lo cual constituye un obstáculo en el desarrollo de este tipo de proyectos. Esta problemática se extiende a la gestión de información técnica de los proyectos, donde la falta de herramientas estandarizadas y la diversidad de criterios metodológicos generan inconsistencias que afectan la confiabilidad de los datos y la toma de decisiones.

En el ámbito de la planeación municipal, las secretarías de infraestructura deben articular su accionar con el Plan de Desarrollo Municipal, instrumento que define las prioridades de inversión para el cuatrienio y que es construido con participación ciudadana. Esta condición implica que las dependencias deben gestionar información proveniente de múltiples fuentes,

incluidas comunidad, entidades nacionales, departamentales y sector privado, esto hace necesario contar con estrategias claras de gestión documental y coordinación interdisciplinaria.

4.4 Marco normativo y regulatorio

El marco normativo y regulatorio incluye la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 como hoja de ruta principal, las encuestas nacionales que miden el avance de la adopción, así como un conjunto de guías y estándares, junto con resoluciones sectoriales que armonizan los criterios técnicos para la gestión de información en proyectos de infraestructura pública.

4.4.1. Estrategia Nacional BIM de Colombia

La Estrategia Nacional BIM 2020-2026 fue lanzada por el Gobierno Nacional de Colombia en noviembre de 2020 como una iniciativa interinstitucional estructurada entre el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Ministerio de Transporte, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) (Gobierno de Colombia, 2020). Su objetivo se centra en promover la modernización del sector de la construcción y la infraestructura mediante el uso de procesos colaborativos que utilizan información estandarizada en entornos digitales (Rozo y Tumay, 2024).

La estrategia responde a un diagnóstico preocupante del sector. De acuerdo con Herrera (2024), los métodos tradicionales basados en planos bidimensionales y documentación en papel han conducido a problemáticas significativas como información insuficiente en el 92 % de los proyectos, sobre costos superiores al 10 % en el 90 % de los casos, retrasos en el 95 % de los proyectos y desperdicio del 37 % de los materiales en la industria de la construcción. Estas cifras, basadas en informes del McKinsey Global Institute Analysis para Latinoamérica, evidencian la necesidad de transformación digital.

La estrategia establece metas progresivas de adopción de la metodología BIM en proyectos de infraestructura pública. Entre sus disposiciones, se contempla que para el año 2026 todas las empresas que participen en licitaciones públicas deberán tener implementada la metodología BIM al 100 % (Gobierno de Colombia, 2020). Esta exigencia ha generado un movimiento significativo en el sector, especialmente entre las pequeñas y medianas empresas que tradicionalmente han operado bajo metodologías convencionales (Rozo y Tumay, 2024).

4.4.2. Encuesta Nacional BIM

Se trata de un instrumento de medición del estado de adopción de la metodología BIM en Colombia. Desarrollada por la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) en conjunto con el BIM Forum Colombia, esta encuesta tiene como objetivo evaluar el nivel de implementación de BIM en los sectores público y privado, identificar los procesos de aplicación y determinar las necesidades para cumplir con lo dispuesto en la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 (Camacol, 2023).

La edición 2023 de la encuesta cobró relevancia al ser la primera gran medición nacional sobre transformación digital en el sector construcción. Participaron 643 empresas entre proveedores, consultores, entidades públicas y universidades. Los resultados revelaron que el 49 % de las organizaciones encuestadas está implementando activamente la metodología BIM en sus procesos productivos, lo que representa un avance significativo frente a mediciones anteriores (Camacol, 2023). Este dato evidencia que la industria está transitando hacia el trabajo colaborativo y la incorporación de datos digitales para mejorar la planificación de las obras.

4.4.3. Guías y estándares nacionales

El marco técnico para la implementación de BIM en Colombia se fundamenta en la adopción de estándares internacionales, particularmente la serie NTC-ISO 19650. Esta norma,

adoptada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec), establece los principios para la organización y digitalización de la información en edificaciones y obras de ingeniería civil. La NTC-ISO 19650-1 define los conceptos y principios para la gestión de información durante el ciclo de vida de los activos construidos, mientras que la NTC-ISO 19650-2 establece los procesos específicos para la fase de desarrollo de los activos (Icontec, 2022). La tabla 5, expone las principales normas y guías asociadas al marco normativo BIM en Colombia.

Tabla 5

Normas y guías asociadas al marco normativo BIM en Colombia

Instrumento normativo	Emisor	Alcance y contenido
Estrategia Nacional BIM 2020-2026	Gobierno Nacional (MVCT, MinTransporte, DNP, FDN)	Hoja de ruta para adopción progresiva de BIM en proyectos públicos.
NTC-ISO 19650-1	ICONTEC	Conceptos y principios para gestión de información durante el ciclo de vida de activos construidos bajo BIM.
NTC-ISO 19650-2	ICONTEC	Procesos de gestión de información durante la fase de desarrollo de activos.
Resolución 202430 de 2024	Ministerio de Transporte	Adopta la metodología BIM definida por la NTC-ISO 19650.
Guías BIM Forum Colombia (BIM KIT)	CAMACOL / BIM Forum Colombia	Documentos técnicos sobre roles y perfiles BIM.
Estándar de Información de Elementos BIM	Universidad Nacional de Colombia	Propuesta de estándar académico para armonizar necesidades pedagógicas, tecnológicas y normativas en programas de Arquitectura y Construcción.
Encuesta Nacional BIM	CAMACOL / BIM Forum Colombia	Instrumento de medición del nivel de adopción de BIM en los sectores privado y público.

Nota. Información institucional de CAMACOL, ICONTEC, MinTransporte y DNP.

5. Metodología

5.1. Enfoque y diseño metodológico

El enfoque metodológico empleado fue mixto con predominancia cualitativa, complementado con componentes cuantitativos derivados de la encuesta aplicada. Hernández y Mendoza (2018) definen este tipo de enfoques como aquellos que permiten aprovechar las fortalezas de ambos paradigmas, minimizando sus debilidades. El diseño de la investigación fue de tipo no experimental-transversal, dado que no se manipularon variables y la información fue recolectada en un único momento, permitiendo describir y analizar el estado actual de los procesos de gestión de información y coordinación en la Secretaría de Infraestructura Municipal. Según Hernández et al. (2014), los diseños transversales descriptivos tienen como propósito indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables, proporcionando un panorama del estado de la situación en el momento de la medición.

El alcance de la investigación fue predominantemente descriptivo, orientado a especificar las características y perfiles de los procesos de gestión documental y coordinación en la entidad. Adicionalmente, se incorporaron elementos de un estudio de caso, entendido como una estrategia de investigación que examina un fenómeno contemporáneo en su contexto real (Yin, 2018). El caso de estudio estuvo constituido por la Secretaría de Infraestructura Municipal, analizando sus prácticas actuales en materia de gestión de información, coordinación interdisciplinaria e intercambio de archivos, con el fin de identificar brechas y oportunidades para la adopción progresiva de la metodología BIM.

La investigación se desarrolló en tres fases interconectadas: una primera fase de diagnóstico institucional que incluyó revisión documental y aplicación de instrumentos; una segunda fase de análisis de buenas prácticas y referencias nacionales e internacionales; y una

tercera fase de formulación de lineamientos técnicos y organizativos para la adopción progresiva de BIM.

5.2. Fuentes y técnicas de recolección

Las fuentes de información utilizadas en la investigación fueron de dos tipos: fuentes primarias, constituidas por los funcionarios y contratistas de la Secretaría de Infraestructura Municipal, y fuentes secundarias, conformadas por documentos institucionales, manuales de procedimiento, informes técnicos, estudios de caso nacionales e internacionales, y literatura académica especializada sobre BIM y gestión de información en entidades públicas. La técnica de recolección de datos primarios fue la encuesta aplicada de manera presencial y virtual a 34 profesionales vinculados a la Secretaría de Infraestructura Municipal. El instrumento fue estructurado con preguntas cerradas de opción múltiple (Anexo A), organizado en cinco secciones.

Para el análisis de fuentes secundarias, se realizó una revisión sistemática de literatura y de documentos institucionales. La revisión sistemática se llevó a cabo consultando bases de datos académicas como Science Direct, Scopus y Google Scholar, utilizando combinaciones de palabras clave como "Building Information Modeling", "gestión de información", "sector público" y "proyectos de infraestructura". Se priorizaron publicaciones del período 2019-2025, aunque se incluyeron referencias fundacionales anteriores cuando fue pertinente. En cuanto a documentos institucionales, se revisaron: planes de desarrollo municipal, manuales de contratación, formatos de archivo, informes técnicos de proyectos ejecutados, actas de liquidación y documentación de procesos licitatorios disponibles en el SECOP (Sistema Electrónico de Contratación Pública).

5.3. Estructura metodológica

La metodología de la investigación se desarrolló mediante una secuencia progresiva de etapas orientadas a comprender la situación institucional, contrastarla con referentes especializados y, posteriormente, construir una propuesta aplicable al contexto organizacional estudiado. Este enfoque permitió integrar información empírica con análisis técnico y revisión normativa en un mismo proceso investigativo, tal como se aprecia en la tabla 6.

Tabla 6

Fases de desarrollo metodológico de la investigación

Fase	Objetivo asociado	Componentes principales
Fase 1. Diagnóstico institucional	Analizar el estado actual de los procesos de gestión de información y coordinación técnica en la Secretaría de Infraestructura Pública, con el fin de identificar brechas, oportunidades de mejora y condiciones para la implementación de la metodología BIM.	- Revisión documental institucional. - Caracterización de la población encuestada. - Mapeo de flujos de información. - Análisis de resultados de la encuesta.
Fase 2. Análisis de referentes y buenas prácticas	Definir los lineamientos técnicos, organizativos y operativos necesarios para orientar la adopción progresiva de la metodología BIM, con el fin de estandarizar la gestión documental y fortalecer la coordinación entre áreas.	- Revisión de experiencias nacionales e internacionales. - Análisis normativo y de estándares. - Contraste entre referentes y diagnóstico institucional.
Fase 3. Formulación de lineamientos	Definir los lineamientos técnicos, organizativos y operativos necesarios para orientar la adopción progresiva de la metodología BIM, con el fin de estandarizar la gestión documental y fortalecer la coordinación entre áreas.	- Estandarización de procesos documentales. - Definición de roles y responsabilidades. - Implementación de Entornos Comunes de Datos (CDE). - Protocolos de intercambio de archivos. - Estrategias de capacitación y gestión del cambio.

5.4. Instrumentos y técnicas de análisis

El principal instrumento de recolección de datos fue la encuesta, diseñada específicamente para esta investigación. El instrumento contó con veinte preguntas distribuidas en cinco secciones:

1. Información general: tipo de vinculación, cargo, experiencia.
2. Procesos de gestión de información, herramientas utilizadas, eficacia percibida, frecuencia de problemas, existencia de sistemas de clasificación.
3. Coordinación de proyectos e intercambio de archivos, herramientas de planificación, medios de coordinación, canales de intercambio, uso de estándares.
4. Conocimiento y uso de BIM, nivel de conocimiento, capacitación recibida, percepción sobre mejora en coordinación, uso de CDE, estrategia de gestión documental, marco contractual, capacitaciones recientes.
5. Perspectiva de adopción, factores importantes para implementar BIM, barreras percibidas.

Para el análisis cuantitativo de la encuesta se utilizó estadística descriptiva, calculando frecuencias absolutas y relativas, y tabulando resultados en tablas de contingencia. Para el análisis cualitativo de la información documental y de los referentes de buenas prácticas se empleó la técnica de análisis de contenido, identificando categorías temáticas recurrentes como: estándares de interoperabilidad, gestión documental, roles BIM, entornos comunes de datos y marcos contractuales. La integración de los resultados cuantitativos y cualitativos permitió triangular la información y obtener conclusiones coherentes con el estado actual de la Secretaría y las medidas necesarias para avanzar hacia la adopción de BIM.

6. Resultados del análisis y diagnóstico

El presente capítulo expone los hallazgos obtenidos del trabajo enfocado en el caso de estudio desarrollado en el marco metodológico planteado en el capítulo 5. Los resultados se construyeron con base en la aplicación del cuestionario diseñado específicamente para esta investigación (Anexo A), que obtuvo respuestas de 34 profesionales y contratistas vinculados a dos entidades públicas de nivel territorial colombiano: una alcaldía pública municipal, que aportó 21 respuestas (61,8 %), y una gobernación departamental, con 13 respuestas (38,2 %). Con el propósito de preservar la confidencialidad institucional, en el presente documento se emplean dichas denominaciones genéricas para referirse a las dos entidades estudiadas.

El procesamiento estadístico aplicado (véase anexo B) fue de carácter descriptivo, en conformidad con el diseño no experimental de forma transversal definido para el estudio (Hernández et al., 2014). Para cada pregunta del instrumento se calcularon frecuencias absolutas y relativas, segmentando los resultados por entidad para permitir análisis comparativos. En aquellas preguntas de selección múltiple, se reportó adicionalmente la tasa de respuesta, correspondiente al porcentaje de respuestas de una misma entidad que seleccionaron cada opción. Con base en esta información, se construyeron índices compuestos en escala 0–100, los cuales sintetizan la madurez institucional en cuatro dominios: enfoques de gestión documental, coordinación e intercambio, conocimiento y cultura BIM, e infraestructura y gobernanza BIM, consolidado en la tabla 7. La interpretación de dichos índices se apoyó en el modelo de madurez BIM propuesto por Succar (2009) y en los principios de la serie ISO 19650 (ISO, 2018).

Tabla 7

Escala de madurez BIM aplicada a los procesos de gestión documental y coordinación

Nivel	Denominación	Características clave en contexto público	Ponderación
a	Inicial	Procesos no formalizados, dependientes de iniciativas individuales, herramientas sencillas, tienden a alta dependencia de papel y correo.	20
b	Gestionado	Procesos definidos parcialmente, algún uso de carpetas compartidas y coordinación principalmente reactiva.	40
c	Definido	Procesos estandarizados y documentados, nomenclatura consistente, coordinación mediante reuniones formales y plataformas básicas.	60
d	Cuantitativamente gestionado	Procesos medidos mediante indicadores, uso parcial de CDE y software de planificación integrada, protocolos de intercambio de archivos definidos.	80
e	Optimizado	CDE plenamente operativo, cumplimiento integral de ISO 19650, marco contractual BIM, capacitación continua, mejora continua basada en datos.	100

Nota. Elaborado a partir del modelo de madurez BIM propuesto por Bilal Succar (2009),

adaptado al contexto de infraestructura pública municipal.

El análisis se realizó en cuatro apartados. El primero (Anexo B) describe los procesos actuales de gestión documental y coordinación, evidenciando los medios, herramientas y prácticas que sostienen la operación cotidiana de las entidades. El segundo (Anexo C) identifica las brechas y oportunidades de mejora, contrastando los hallazgos con los requisitos de la serie ISO 19650 y con los referentes nacionales disponibles. El tercero presenta la evaluación de madurez digital y de capacidades organizacionales mediante los índices compuestos determinados específicamente para el ejercicio realizado. Finalmente, el cuarto apartado consolida la síntesis del diagnóstico y establece las premisas que sustentan la propuesta de lineamientos desarrollada en el capítulo 7.

6.1. Descripción de procesos actuales de gestión documental y coordinación

La caracterización inicial del estado operativo de las entidades se fundamenta en el reconocimiento de los medios utilizados para gestionar la información técnica de los proyectos.

El instrumento aplicado, en la sección 2, indagó sobre las herramientas o medios empleados para la gestión documental, la eficiencia percibida del proceso, la frecuencia con la que se presentan problemas asociados a la información, así como la existencia de un sistema de clasificación y nomenclatura de archivos. Los hallazgos permiten identificar las condiciones tecnológicas y procedimentales sobre las cuales deberá apoyarse cualquier estrategia de adopción de la metodología BIM.

En cuanto a las herramientas documentales, ambas entidades reportaron el uso simultáneo de medios analógicos y diversas herramientas digitales. El correo electrónico y las carpetas compartidas en servicios de nube, tales como Google Drive y OneDrive, fueron los soportes predominantes, mientras que el uso de software especializado de gestión documental fue marginalizado. Persisten, además, prácticas tradicionales de archivo físico mediante carpetas impresas, evidenciando que la transformación digital de la gestión documental aún presenta un nivel parcial de implementación. Este patrón es consistente con las observaciones de Pisconti (2025), quien advierte que en las entidades públicas latinoamericanas la incorporación de tecnologías de la información avanza de manera fragmentada, sin integración con las políticas de gobierno digital y seguridad digital, como las que plantean Ramírez y Rincón (2022).

La percepción de eficiencia del proceso de gestión de información mostró también amplias diferencias entre las dos entidades estudiadas. En la alcaldía pública municipal, el 42,9 % de los encuestados consideró que el proceso es “eficiente” o “muy eficiente”, mientras que en la gobernación departamental dicha proporción ascendió al 92,3 %. Para el conjunto consolidado, el 61,8 % de los encuestados valora positivamente la eficiencia actual. Esta diferencia, antes que constituir una evidencia de desempeño superior, puede ser interpretada a la luz de la frecuencia de problemas reportados con la información, dado que un proceso puede

percibirse como eficiente cuando los actores se han habituado a las limitaciones del proceso sin disponer de un referente comparativo más exigente.

La frecuencia con la que se presentan problemas por duplicidad, pérdida o desactualización de información evidenció un patrón. En la alcaldía pública municipal, el 52,4 % de los encuestados reportó que estos problemas ocurren “frecuentemente” o “muy frecuentemente”, mientras que en la gobernación departamental la proporción fue del 23,1 %. En el consolidado, el 41,2 % de los empleados encuestados reportó este tipo de incidentes de manera recurrente. Tales resultados concuerdan con la clasificación de fallas a las que se refiere Morales (2025), particularmente con las categorías de “ausencia de revisión de calidad” y “falta de estándares para la gestión de parámetros”, es decir, un desfase entre versiones y pérdidas de datos, con la subsecuente disminución de productividad. La presencia de estos hallazgos en dos entidades con jurisdicciones diferentes sugiere que el problema no es solo de situaciones aisladas, pues ya se ha integrado al día a día.

Respecto a la existencia de un sistema definido de clasificación y nomenclatura de archivos, las respuestas se concentraron en las opciones intermedias. En la mayoría de los casos los empleados reconocieron la existencia de un sistema, aunque con aplicación parcial, o con variaciones según el área, esto implica que la coherencia documental depende de las prácticas particulares de cada dependencia. Tal condición es contraria a los lineamientos de la ISO 19650-2 (ISO, 2018), donde la convención de nomenclatura es un elemento estructural para la trazabilidad de la información y para la interoperabilidad entre disciplinas. Esta dificultad, concuerda con lo expuesto por Ramírez et al. (2025), quienes sostienen que la ausencia de procedimientos estandarizados constituye uno de los principales obstáculos para la ejecución

exitosa de obras públicas, dado que afecta la confiabilidad de los datos, demandando esfuerzos adicionales de reconstrucción documental durante las fases de seguimiento y liquidación.

En cuanto a la sección 3 del instrumento, dedicada a la coordinación de proyectos e intercambio de archivos, las herramientas para la planificación se concentraron en Microsoft Excel y Microsoft Project. No hubo ningún uso de software BIM con módulos de planificación, como Navisworks o complementos de Revit, lo cual ubica a las entidades en la fase Pre-BIM o BIM Etapa 1, dentro del esquema propuesto por Succar (2009). La coordinación entre equipos se sostiene principalmente sobre reuniones presenciales o virtuales, así como el correo electrónico, con bajo nivel de adopción de plataformas colaborativas especializadas. Se trata de un perfil organizacional que coincide con el diagnóstico hecho por Sepúlveda et al. (2025), en tanto la coordinación interdisciplinaria deficiente es un factor cultural que obstaculiza la adopción de una metodología colaborativa como BIM.

Pasando al intercambio de archivos con áreas internas y actores externos, las entidades emplean una combinación de correo electrónico, carpetas compartidas en la nube, plataformas de contratación pública (SECOP I y SECOP II), plataformas de radicación institucional y, en menor medida, entrega física de planos y documentos. Se trata de una diversidad de canales que tiende a fragmentar la información, dificultando su consolidación y, en términos de la ISO 19650-1 (ISO, 2018), impide la consolidación de un CDE. Investigaciones como la de Cuervo y Gómez (2023) tocan el tema de la dispersión de canales documentales, sosteniendo que es una de las causas frecuentes de los reprocesos administrativos y técnicos, considerando que cada actor opera con versiones desactualizadas, resultando en inconsistencias durante la toma de decisiones.

Finalmente, la utilización de estándares o protocolos formalmente definidos para el intercambio de archivos resultó limitada. Una proporción significativa de los encuestados en

ambas entidades manifestó desconocer la existencia de tales protocolos o señaló su inexistencia. Este fue un hallazgo relevante, dado que la formalización de los Requisitos de Intercambio de Información, (Exchange Information Requirements o EIR) constituye un elemento central en la ISO 19650-2 (ISO, 2018), definiendo las características y condiciones bajo las cuales debe entregarse y archivarse la información en cada fase del proyecto, luego de ser revisada.

Tabla 8

Síntesis del estado actual de los procesos de gestión documental y coordinación

Componente	Alcaldía pública municipal	Gobernación departamental
Medios documentales predominantes	Carpetas compartidas en nube y correo electrónico; persistencia de carpetas físicas	Carpetas compartidas en nube y correo electrónico; bajo uso de software documental
Percepción positiva de eficiencia	42,9 %	92,3 %
Problemas frecuentes o muy frecuentes	52,4 %	23,1 %
Sistema de nomenclatura unificado y aplicado	Existe, pero su aplicación es parcial	Existe, pero su aplicación es parcial
Herramientas de planificación BIM	Limitado (uso predominante de Excel y Project)	Limitado (uso predominante de Excel y Project)
Estándares formales de intercambio	Bajo nivel de formalización	Bajo nivel de formalización

Nota. Datos tomados de los resultados del cuestionario aplicado.

6.2. Identificación de brechas y oportunidades de mejora

Basándose en la descripción de los procesos actuales presentada en el apartado anterior, a continuación se abordan las brechas identificadas frente a los requisitos de la serie ISO 19650 y los referentes nacionales del ecosistema BIM colombiano. El ejercicio se desarrolló mediante un análisis de contenido orientado a contrastar cada dimensión del cuestionario con los principios establecidos por la ISO 19650-1 (ISO, 2018) y la ISO 19650-2 (ISO, 2018), considerando, adicionalmente, los aprendizajes derivados de la Encuesta Nacional BIM 2023 (Camacol, 2023) y del marco general de la Estrategia Nacional BIM 2020–2026 (Gobierno de Colombia, 2020).

La primera brecha identificada se relaciona con la inexistencia de un CDE debidamente implementado en ambas entidades. En la alcaldía pública municipal, ningún encuestado reportó la existencia de un CDE definido y en uso, en tanto que en la gobernación departamental se registró una situación equivalente. Las respuestas oscilaron entre la utilización de una plataforma compartida que no cumple con las características de un CDE y el uso de medios tradicionales como correo, carpetas y servidores. Considerando que la ISO 19650-1, en su numeral 12, habla del CDE dentro de la metodología BIM, como un componente que permite la administración controlada del estado de la información, como lo sostiene Manríquez (2019), su ausencia impide la trazabilidad documental, dificultando la implementación de cualquier marco contractual BIM, al no existir un soporte tecnológico común para gestionar los entregables de información.

La segunda brecha corresponde a la baja formalización del marco contractual basado en BIM. En ambas entidades, la mayoría de los trabajadores reportó que la organización no utiliza un marco contractual BIM o que desconoce si existe. Esta condición, como indica Looor (2026), conlleva la inexistencia de estándares y regulaciones específicas para BIM, lo que genera una barrera para su adopción, dado que en los países con normativas consolidadas las empresas enfrentan menores costos asociados al rediseño y la coordinación tardía. Además, se dificulta la implementación de los Requisitos de Información del Cliente, los Requisitos de Información del Activo y los Requisitos de Información del Proyecto previstos por la ISO 19650-1 (ISO, 2021).

La tercera brecha se relaciona con la formación del talento humano. Aunque el conocimiento operativo de BIM, fundamentos o experiencia, alcanzó el 38,1 % en la alcaldía pública municipal y el 76,9 % en la gobernación departamental, las capacitaciones formales recientes son limitadas. Únicamente el 9,5 % de los profesionales de la alcaldía pública municipal reportó haber participado en procesos de formación BIM en los últimos tres años,

frente al 46,2 % en la gobernación departamental. Se trata de un hallazgo que concuerda con estudios como el de Osorio et al. (2024), cuando indican que las estrategias de cambio cultural en las organizaciones requieren capacitación personalizada, con programas de sensibilización que promuevan la cooperación entre las partes interesadas. En el ámbito de las entidades públicas territoriales, la rotación de personal por procesos contractuales dificulta el sostenimiento de una base estable de competencias BIM, particularmente cuando una amplia proporción de los encuestados está vinculada bajo modalidad de contratista de prestación de servicios.

La cuarta brecha tiene que ver con la nomenclatura y clasificación documental. La aplicación parcial o la inexistencia de un sistema de nomenclatura unificado obstaculiza la interoperabilidad entre disciplinas y áreas técnicas, afectando la trazabilidad de los proyectos. En términos de la ISO 19650-2 (ISO, 2018), las convenciones de nomenclatura deben definirse de manera explícita en el plan de gestión de información del proyecto, asegurando que las versiones puedan ser recuperadas y auditadas. En ausencia de tales convenciones, el archivo de proyectos ejecutados se convierte en distintas carpetas que dificultan la consulta posterior. De allí la importancia del estándar Industry Foundation Classes y de los marcos normativos que aseguran el intercambio fluido de información (Bernal et al., 2024).

La quinta brecha identificada se relaciona con la coordinación interdisciplinaria. Aunque las entidades emplean diversos mecanismos de coordinación, como ya se ha dicho, predominan los canales tradicionales sobre las plataformas colaborativas integradas. Esta condición obstaculiza el seguimiento de las decisiones técnicas adoptadas en cada proyecto, reduciendo las posibilidades de articular flujos de trabajo bajo el principio de “una sola fuente de verdad” que orienta la filosofía BIM. En ese sentido, debe reconocerse que la colaboración efectiva es uno de los ejes transversales en la implementación de BIM, dado que su ausencia incrementa los riesgos

de coordinación tardía y de descubrimiento de colisiones únicamente durante la ejecución física de las obras (Ali et al., 2022; Li et al., 2024).

Ahora bien, frente a las brechas descritas, la síntesis contemplada en la tabla 9 y el diagnóstico permiten identificar oportunidades concretas de mejora. En primer lugar, la implementación gradual de un CDE institucional proporcionaría una base estructural para resolver simultáneamente los problemas de trazabilidad documental, control de versiones e intercambio entre actores. En segundo lugar, la formalización de un marco contractual BIM, mediante la inclusión de anexos técnicos en los procesos de contratación, permitiría exigir a contratistas y consultores la entrega de información en condiciones controladas.

En tercer lugar, el diseño de un programa institucional de formación BIM, segmentado por roles, contribuiría a consolidar competencias en el talento humano vinculado a las entidades. En cuarto lugar, la adopción de un manual de nomenclatura y clasificación documental fortalecería la interoperabilidad y la calidad de los archivos institucionales. Finalmente, la incorporación de herramientas colaborativas y rituales estructurados de coordinación interdisciplinaria mejoraría la articulación entre las áreas técnicas. Estos cinco frentes constituyen la composición de los lineamientos desarrollados en el capítulo 7.

Tabla 9

Síntesis de brechas críticas frente a la serie ISO 19650

Brecha identificada	Referente ISO 19650	Manifestación en las entidades
Inexistencia de un CDE formalmente implementado	ISO 19650-1, núm. 12 — CDE	Uso predominante de medios tradicionales; plataformas compartidas no cumplen con las características de un CDE.
Marco contractual BIM no formalizado	ISO 19650-2, núm. 5.1 — Designación del equipo	Inexistencia o desconocimiento de cláusulas BIM en los procesos contractuales.
Competencias BIM desiguales y formación discontinua	ISO 19650-2, núm. 5.1.7 — Competencias del equipo	Conocimiento polarizado entre los encuestados; capacitaciones formales recientes limitadas.
Nomenclatura y clasificación documental no unificada	ISO 19650-2, núm. 5.1.4 — Convenciones de nomenclatura	Aplicación parcial o ausente de un sistema institucional; criterios definidos por cada área.

Coordinación apoyada en canales tradicionales	ISO 19650-1, núm. 5.6 — Colaboración y equipos	Reuniones presenciales, virtuales y correo electrónico como mecanismos principales.
Falta de estándares formales de intercambio	ISO 19650-2, núm. 5.1.1 — Requisitos de Intercambio (EIR)	Bajo nivel de formalización de protocolos; encuestados desconocen su existencia.

Nota. Datos tomados de los resultados del cuestionario y los principios de la serie ISO 19650 (ISO, 2018).

6.3. Evaluación de madurez digital y capacidades organizacionales

La evaluación de la madurez digital y de las capacidades organizacionales se apoyó en cuatro índices compuestos, derivados de la combinación ponderada de las variables del cuestionario y normalizados en escala 0–100. La construcción metodológica de estos índices se fundamentó en el modelo de madurez BIM de Succar (2009), donde se diferencian cinco niveles progresivos: inicial, gestionado, definido, cuantitativamente gestionado y optimizado. A cada categoría de respuesta del instrumento se le asignó un puntaje técnico previamente definido, con valores que oscilan entre 5 y 100, según el grado de cercanía con los estados definidos por la serie ISO 19650 (ISO, 2018), definidos en la tabla 10. El promedio aritmético de los puntajes individuales por entidad produjo los índices que se interpretan a continuación.

El Índice de Madurez en Gestión Documental (IMGD) integró las variables relativas a la eficiencia percibida del proceso (Pregunta 5), la frecuencia de problemas con la información (Pregunta 6, en escala invertida) y la existencia de un sistema de clasificación y nomenclatura (Pregunta 7). Los resultados arrojaron un IMGD de 56,7/100 para la alcaldía pública municipal y de 73,7/100 para la gobernación departamental, con un valor consolidado de 63,2/100. En términos del modelo de Succar (2009), el resultado de la primera entidad corresponde a un estadio definido en transición, mientras que el de la segunda entidad alcanza un nivel cuantitativamente gestionado. La diferencia entre ambas entidades evidencia que, si bien comparten debilidades estructurales en cuanto a herramientas y nomenclatura, la percepción

operativa de eficiencia se presenta de manera diferenciada. La gestión documental, por tanto, requiere intervenciones que vayan más allá del aspecto cultural, concentrándose en la disponibilidad de tecnologías y estándares institucionales.

El Índice de Coordinación e Intercambio (ICI) se construyó tomando como referencia la formalización de estándares y protocolos para el intercambio de archivos (Pregunta 11), complementada con la lectura cualitativa de las preguntas sobre herramientas de planificación (Pregunta 8), mecanismos de coordinación (Pregunta 9) y medios de intercambio (Pregunta 10). Los valores obtenidos fueron de 41,0/100 para la alcaldía pública municipal y de 55,4/100 para la gobernación departamental, con un valor consolidado de 46,5/100. Estos puntajes ubican a las entidades en niveles inicial–gestionado, lo que indica que, aunque se utilizan canales digitales y plataformas oficiales como el Sistema Electrónico de Contratación Pública, no se cuenta con protocolos formalizados que orienten de manera estructurada el flujo de información entre actores. Se infiere que la coordinación efectiva entre las áreas técnicas, jurídicas, financieras y de supervisión exige disponibilidad de canales, además de la definición explícita de procedimientos que garanticen la trazabilidad de cada entrega (Chamorro et al., 2022)

El Índice de Conocimiento y Cultura BIM (ICCB) integró las variables relativas al nivel de conocimiento individual sobre BIM (Pregunta 12), las capacitaciones ofrecidas por la entidad (Pregunta 13), las capacitaciones recientes en los últimos tres años (Pregunta 18) y la percepción de mejora con BIM (Pregunta 14). Los resultados arrojaron un valor de 42,4/100 para la alcaldía pública municipal y de 68,5/100 para la gobernación departamental, con un valor de 52,4/100. La notable asimetría entre las dos entidades se explica principalmente por el mayor desarrollo de procesos formativos en la segunda entidad. En efecto, mientras que en la gobernación departamental el 46,2 % de los empleados encuestados reportó capacitaciones BIM en los

últimos tres años, en la alcaldía pública municipal esta proporción se redujo al 9,5 %. Estudios sobre la dimensión humana y organizacional como factor diferenciador en la adopción de BIM, sostiene que las entidades con liderazgos comprometidos y políticas claras de gestión del cambio presentan menores niveles de resistencia y mejores resultados en sus entregables (Gómez, 2022).

El Índice de Infraestructura y Gobernanza BIM (IIGB) integró las variables relativas al uso de CDE (Pregunta 15), la existencia de una estrategia de gestión documental (Pregunta 16) y la utilización de un marco contractual basado en BIM (Pregunta 17). Los resultados evidenciaron un valor de 28,2/100 para la alcaldía pública municipal y de 32,6/100 para la gobernación departamental, con un agregado de 29,8/100. Este índice constituye la dimensión de mayor brecha estructural en ambas entidades, ubicándolas en un estadio inicial. Al no existir herramientas tecnológicas y contractuales para BIM, no es posible que las iniciativas culturales o formativas se traduzcan en cambios operativos sostenibles, pues los profesionales formados no encuentran un entorno institucional que demande ni permita el uso pleno de la metodología.

La integración de los cuatro índices anteriores, vistos en la tabla 11, produjo el Índice de Madurez BIM Global (IMBG), calculado como el promedio aritmético de las cuatro dimensiones. Los valores obtenidos fueron de 42,1/100 para la alcaldía pública municipal y de 57,5/100 para la gobernación departamental, con un consolidado de 48,0/100. En términos del modelo de Succar (2009), estos valores ubican a la primera entidad en un estadio inicial– gestionado y a la segunda entidad en un estadio definido en transición. En este punto, se debe señalar que estos puntajes se encuentran por debajo del promedio nacional reportado por la Encuesta Nacional BIM 2023 (Camacol, 2023), donde el 49 % de las organizaciones encuestadas declaraba estar implementando activamente la metodología BIM en sus procesos productivos. Sin embargo, dado que dicha encuesta incluyó mayoritariamente empresas privadas del sector

construcción, los resultados aquí presentados se aproximan más al comportamiento característico del sector público, cuyas particularidades operativas y presupuestales determinan rutas de adopción más graduales, siempre dependientes de la voluntad política institucional.

Tabla 10

Variables e índices compuestos aplicados al diagnóstico institucional

Índice	Siglas	Variables que lo integran	Descripción
Índice de Madurez en Gestión Documental	IMGD	P5 eficiencia, P6 problemas (invertido), P7 clasificación	Mide qué tan estandarizada y eficaz es la gestión documental.
Índice de Coordinación e Intercambio	ICI	P8 planificación, P9 coordinación, P10 intercambio, P11 estándares	Refleja el nivel de formalización y diversidad de canales de coordinación e intercambio.
Índice de Conocimiento y Cultura BIM	ICCB	P12 conocimiento, P13 capacitación entidad, P14 percepción, P18 capacitación (últimos 3 años)	Sintetiza el capital humano y la disposición cultural hacia BIM.
Índice de Infraestructura y Gobernanza BIM	IIGB	P15 CDE, P16 estrategia documental, P17 marco contractual	Mide la existencia de habilitadores tecnológicos y contractuales para BIM.
Índice de Madurez BIM Global	IMBG	Promedio aritmético de IMGD, ICI, ICCB e IIGB	Indicador agregado de madurez institucional frente a la metodología BIM.

Nota. Datos tomados del modelo de Succar (2009) y principios de serie ISO 19650 (ISO, 2018).

Tabla 11

Índices compuestos de madurez BIM por entidad (escala 0–100)

Índice	Sigla	Alcaldía pública municipal	Gobernación departamental	Total consolidado
Madurez en Gestión Documental	IMGD	56,7	73,7	63,2
Coordinación e Intercambio	ICI	41,0	55,4	46,5
Conocimiento y Cultura BIM	ICCB	42,4	68,5	52,4
Infraestructura y Gobernanza BIM	IIGB	28,2	32,6	29,8
Madurez BIM Global	IMBG	42,1	57,5	48,0

Nota. Datos tomados del modelo de Succar (2009) y principios de serie ISO 19650 (ISO, 2018).

La lectura conjunta de los índices permite formular tres conclusiones preliminares respecto al estado de las capacidades organizacionales. La primera es que la madurez digital de las entidades estudiadas no se distribuye de manera homogénea, se evidencian dimensiones

donde la operación cotidiana mantiene una eficacia razonable, como la gestión documental básica, mientras que otras presentan vacíos críticos que limitan cualquier posibilidad de avanzar hacia la adopción de BIM, tal es el caso de la inexistencia de CDE y de marco contractual.

La segunda conclusión se refiere a que la dimensión cultural y de apertura al cambio se constituye como una fortaleza institucional, dado que la percepción positiva sobre la utilidad de BIM alcanzó al 82,4 % del total de los encuestados, sin diferencias significativas entre las dos entidades. La tercera es que las brechas observadas no son atribuibles exclusivamente a deficiencias técnicas, también responden a una arquitectura institucional fragmentada, donde la gestión de la información se ha desarrollado por inercia operativa y no como resultado de una política BIM explícita.

6.4. Síntesis del diagnóstico

El diagnóstico desarrollado a lo largo de este capítulo permite construir una visión integrada del estado actual de la gestión de la información y de los procesos de coordinación en las dos entidades estudiadas, así como de sus condiciones para una adopción progresiva de la metodología BIM. Los resultados obtenidos no reflejan una realidad homogénea; por el contrario, coexisten fortalezas operativas y culturales, deficiencias estructurales y oportunidades estratégicas que conviene articular en una lectura analítica de conjunto.

En cuanto a la ejecución operativa actual, las entidades estudiadas operan mediante procesos diversos, donde conviven medios digitales no integrados con prácticas analógicas residuales. La eficacia operativa cotidiana se sostiene gracias a la experiencia acumulada de los profesionales y al esfuerzo individual de quienes participan en los proyectos, más que a una infraestructura institucional estandarizada. Este patrón es consistente con lo identificado por Cuervo y Gómez (2023) y por Ramírez et al. (2025) respecto a las falencias estructurales en la

planeación y ejecución de proyectos públicos en Colombia, donde la ausencia de procesos formalizados deriva en sobrecostos y reprocesos. En las dos entidades analizadas existe una alta dependencia del correo electrónico como repositorio operativo de facto, manifestándose así una fragmentación documental.

En cuanto a las brechas estructurales, el diagnóstico reveló seis vacíos que constituyen obstáculos para la adopción de BIM. Estos vacíos incluyen, en orden de criticidad:

- La inexistencia de un CDE plenamente operativo en ambas entidades.
- La ausencia de un marco contractual BIM.
- La formación discontinua del talento humano.
- La nomenclatura documental no unificada.
- La coordinación apoyada en canales tradicionales.
- La carencia de protocolos formales de intercambio de información.

Todos se manifiestan de manera transversal en las dos entidades y reflejan una condición compartida del sector público territorial colombiano, situación que es coherente con el diagnóstico nacional ofrecido por la Encuesta Nacional BIM 2023 y 2025 (Camacol, 2023, 2025) y con los planteamientos de la Estrategia Nacional BIM 2020–2026 (Gobierno de Colombia, 2020), en particular respecto a la necesidad de acelerar la transformación digital de las entidades públicas.

En cuanto a las capacidades organizacionales, los índices compuestos calculados permitieron evidenciar que las entidades se encuentran en estadios iniciales y gestionados del modelo de madurez BIM de Succar (2009). La dimensión más débil corresponde a la infraestructura y gobernanza BIM, donde los puntajes obtenidos reflejan la inexistencia de condiciones tecnológicas y contractuales. La dimensión más fuerte, en contraste, corresponde a

la disposición cultural, con una percepción positiva amplia sobre los beneficios potenciales de BIM. De esta asimetría se infiere que la adopción de la metodología en el sector público territorial debe iniciarse por la construcción de habilitadores institucionales, CDE, marco contractual, junto con política BIM, antes de la expansión de capacidades técnicas individuales, dado que estas últimas requieren de un entorno operativo que demande su aplicación.

En cuanto a las condiciones habilitantes, el diagnóstico identificó tres elementos que constituyen ventanas de oportunidad para la formulación de la propuesta. En primer lugar, la alta disposición cultural hacia BIM, manifestada en la percepción de mejora con su implementación, que ofrece un respaldo institucional para iniciar procesos de cambio. En segundo lugar, la concentración de encuestados en perfiles profesionales, universitario y especializado, dando cuenta de un capital humano con competencias técnicas suficientes para promover procesos formativos especializados. En tercer lugar, la existencia previa de plataformas oficiales como el Sistema Electrónico de Contratación Pública y los sistemas institucionales de radicación constituye una base para articular soluciones de CDE, aprovechando infraestructura ya existente y reduciendo barreras presupuestales.

La articulación de estos elementos (tabla 12) configura el escenario base para la formulación de los lineamientos de implementación BIM, desarrollados en el capítulo 7. En este contexto, la propuesta se orienta a responder a las brechas estructurales identificadas, aprovechar las condiciones habilitantes, así como considerar el carácter progresivo que demanda la adopción de la metodología en el sector público territorial colombiano, en consonancia con los lineamientos de la ISO 19650 (ISO, 2018) y con la hoja de ruta trazada por la Estrategia Nacional BIM 2020–2026 (Gobierno de Colombia, 2020).

Tabla 12*Síntesis integrada del diagnóstico institucional*

Dimensión analítica	Hallazgo síntesis	Implicación para la propuesta
Condiciones operativas actuales	Convivencia de medios digitales no integrados con prácticas analógicas; alta dependencia del correo electrónico como repositorio de facto.	Necesidad de consolidar un repositorio único institucional y reducir progresivamente la dependencia de medios fragmentados.
Brechas estructurales	Inexistencia de CDE y marco contractual BIM; nomenclatura no unificada; formación discontinua; canales tradicionales de coordinación.	Definir lineamientos para CDE, anexos técnicos BIM, manual de nomenclatura, programa de formación y rituales de coordinación interdisciplinaria.
Capacidades organizacionales	Estadios iniciales y gestionados del modelo de Succar; mayor debilidad en gobernanza BIM, mayor fortaleza en disposición cultural.	Priorizar la construcción de condiciones institucionales antes que la ampliación técnica individual.
Condiciones habilitantes	Alta disposición cultural hacia BIM; capital humano profesional; existencia de plataformas oficiales y sistemas institucionales.	Aprovechar la disposición institucional, perfiles técnicos disponibles y plataformas existentes para reducir barreras de adopción.

Nota. Datos tomados de los resultados del cuestionario y los referentes teóricos consultados.

7. Propuesta de lineamientos para la implementación BIM

A continuación, se formulan los lineamientos orientados a la adopción progresiva de la metodología BIM en entidades del sector público territorial, considerando aspectos técnicos, organizativos y operativos. Se ha tomado como soporte el estudio de caso y el diagnóstico desarrollado en el capítulo 6, así como los principios de la serie ISO 19650 (ISO, 2018) en el ámbito normativo, junto con la Estrategia Nacional BIM 2020–2026 (Gobierno de Colombia, 2020). De igual manera, se consideraron los aprendizajes derivados de casos de aplicación como los del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU, 2024) y la Unidad de Proyectos de Infraestructura de Transporte (UPIT, 2022). La propuesta responde al segundo objetivo específico de la investigación, consistente en definir los lineamientos técnicos, organizativos y operativos necesarios para la formulación de lineamientos iniciales para la adopción de la metodología BIM (ver anexo C).

Para empezar, conviene precisar el alcance metodológico de la propuesta. Por una parte, no se trata de un plan de implementación BIM cerrado y operativo en términos de cronogramas, presupuestos y responsables específicos, dado que ese nivel de detalle requeriría procesos de planificación institucional propios de cada entidad, con instancias internas de validación que exceden al alcance de un trabajo investigativo. Por otra parte, los lineamientos aquí formulados constituyen un marco de referencia adaptable, fundamentado en el diagnóstico realizado y en los estándares internacionales, que las entidades pueden tomar como punto de partida para construir sus propios planes de adopción BIM partiendo de la dimensión organizacional. La propuesta se estructura en cinco bloques complementarios, empezando por los fundamentos técnicos y organizativos; los lineamientos para la gestión estandarizada de la información técnica; los lineamientos para la coordinación interáreas y los flujos de trabajo colaborativos; las

recomendaciones sobre roles, nomenclaturas y protocolos institucionales; y las estrategias de capacitación y gestión del cambio.

7.1. Fundamentos técnicos y organizativos de la propuesta

Esta propuesta se estructura en cinco elementos conceptuales que articulan los lineamientos posteriores y delimitan su alcance estratégico. Se busca así asegurar que las recomendaciones formuladas sean técnicamente idóneas, además de institucionalmente viables, para que funcionen de manera consistente con los principios internacionales de gestión de información en proyectos de construcción.

El primer elemento es el de adopción progresiva. Considerando que las entidades estudiadas se encuentran en estadios iniciales y gestionados del modelo de madurez BIM (Succar, 2009), no resulta viable plantear una transición directa hacia los niveles superiores. En su lugar, la propuesta adopta una lógica de escalonamiento, donde cada fase consolida las capacidades necesarias para acceder a la siguiente. Esta lógica es coherente con experiencias internacionales, en relación con el Estándar BIM para Proyectos Públicos en Chile, que se diseñó como un anexo nacional de la ISO 19650 con una estrategia de implantación gradual por niveles de exigencia (Manríquez, 2019).

El segundo elemento es el de articulación con la institucionalidad existente. La propuesta más que la creación de estructuras paralelas plantea la integración de los lineamientos BIM con los instrumentos de gestión documental y contratación que ya se han consolidado dentro de la planeación en las entidades públicas. Esto incluye, entre otros, los planes de desarrollo municipal y departamental, los manuales de contratación, los procedimientos del Sistema Integrado de Gestión y las plataformas oficiales como el Sistema Electrónico de Contratación Pública. Como sostienen Cuervo y Gómez (2023), la integración de procesos estandarizados a la planeación de

proyectos requiere mantener coherencia con los marcos institucionales existentes y, al mismo tiempo, ampliarlos con instrumentos técnicos especializados.

El tercer elemento es el de alineación con la serie ISO 19650. La propuesta adopta como referente normativo la ISO 19650-1 (ISO, 2018) y la ISO 19650-2 (ISO, 2018), particularmente en lo concerniente a la definición del CDE, los requisitos de información, la designación del equipo, los protocolos de entrega y aprobación. Esta alineación busca la interoperabilidad con consultores y contratistas que operan bajo estándares internacionales, proporcionando un lenguaje técnico común que facilita los procesos, incluyendo licitación y supervisión.

El cuarto elemento es el de centralidad de la información como activo institucional. La propuesta concibe la información técnica generada en los proyectos no como un subproducto administrativo, sino como un activo estratégico que debe ser gestionado con criterios de calidad, trazabilidad e integridad a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Este principio recoge los planteamientos de Pisconti (2025) sobre la importancia de la gestión administrativa integrada con las tecnologías de información, así como los lineamientos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC, 2020) en relación con la infraestructura de datos del estado colombiano.

El quinto elemento es el de gradualidad financiera y técnica. La propuesta reconoce las restricciones presupuestales y técnicas que caracterizan a las entidades públicas territoriales, y por ello plantea un esquema de adopción que prioriza soluciones costo-efectivas, con la utilización de infraestructura existente antes que la adquisición de software propietario de alto costo. Esta orientación responde las dificultades de adopción de BIM en organizaciones con limitaciones de planificación estratégica y tecnología (Osorio et al., 2024).

En coherencia con estos fundamentos, la propuesta se estructura en torno a un horizonte temporal de tres fases interconectadas, descritas en la tabla 13: una fase de alistamiento o nivelación, en un corto plazo, entre seis y doce meses, orientada a establecer las condiciones mínimas de operación BIM; una fase de consolidación, que conlleva mediano plazo, entre doce y veinticuatro meses, centrada en estabilizar los procesos y ampliar la cobertura de los lineamientos a un mayor número de proyectos; y una fase de escalamiento, ya proyectada a largo plazo, entre veinticuatro y treinta y seis meses, donde se busca alcanzar una operación BIM plenamente alineada con la ISO 19650. Esta estructura por fases ayuda a definir entregables verificables, asignando responsabilidades incrementales que permitan monitorear el avance mediante indicadores de seguimiento.

Tabla 13

Fases propuestas para la adopción progresiva de la metodología BIM

Fase	Horizonte	Objetivo estratégico	Entregables principales
Fase I — Alistamiento y Nivelación	0 – 12 meses	Establecer las condiciones técnicas, normativas y culturales mínimas para iniciar la operación BIM en la entidad.	Política BIM institucional; Líder BIM designado; Manual de nomenclatura y clasificación; Repositorio único piloto; Programa de sensibilización inicial.
Fase II — Consolidación	12 – 24 meses	Estabilizar la implementación BIM en proyectos piloto y estructurar la base normativa y contractual para su aplicación formal en la entidad.	Implementación del Entorno Común de Datos (CDE) institucional; anexo BIM contractual; Plan de Ejecución BIM (BEP) institucional; programa de formación intermedia; sistema de indicadores de seguimiento de implementación BIM.
Fase III — Escalamiento	24 – 36 meses	Expandir la implementación BIM al conjunto de proyectos estratégicos de la entidad, alcanzando niveles de conformidad operativa con la ISO 19650.	CDE institucional escalado y consolidado; BEP por proyecto; marco contractual BIM estandarizado; sistema de indicadores de madurez BIM; auditorías de conformidad y mejora continua.

Nota. Datos tomados de la serie ISO 19650 (ISO, 2018), Succar (2009) y Gobierno de Colombia (2020).

7.2. Lineamientos para la gestión estandarizada de la información técnica

Los lineamientos para la gestión estandarizada de la información técnica responden a la brecha identificada en el apartado 6.2 respecto a la inexistencia de un CDE operativo, la nomenclatura no unificada y la dispersión de medios documentales. En concordancia con la ISO 19650-1 (ISO, 2018), donde la gestión estandarizada de la información apoya la metodología BIM, definiendo las reglas bajo las cuales la información se produce, comparte, publica y archiva durante el ciclo de vida del activo.

La implementación de un CDE institucional es entonces el primer lineamiento. Este componente se entiende como un repositorio digital controlado y accesible, en el cual converja toda la información técnica de los proyectos en curso. La adopción del CDE debe seguir el modelo de cuatro estados definido por la ISO 19650-1 (ISO, 2018) y descrito por Manríquez (2019), incluyendo trabajo en progreso (Work in Progress – WIP), donde la información es elaborada por sus autores; compartido (Shared), donde la información ha sido revisada y se pone a disposición de los demás equipos para coordinación; publicado (Published), donde la información ha sido aprobada por el cliente como entregable oficial del proyecto; y archivado (Archived), donde se preserva el histórico inmutable de la información publicada.

En el contexto de las entidades públicas territoriales con limitaciones presupuestales, se recomienda iniciar mediante una solución que aproveche infraestructura existente, como SharePoint o Microsoft Teams configurados con políticas estrictas de versionamiento y permisos, antes de avanzar hacia plataformas BIM propietarias como BIM 360, Trimble Connect, ProjectWise o incluso Dalux.

El segundo lineamiento es la formulación de un manual de nomenclatura y clasificación documental. Este manual debe definir la estructura de nombres de archivo para planos, modelos,

documentos técnicos y registros administrativos, asegurando que cada elemento sea identificable de manera unívoca a partir de su nombre. La estructura sugerida, alineada con la ISO 19650-2 (ISO, 2018) y con las prácticas internacionales documentadas por Bernal et al. (2024), debe incluir código del proyecto, código del originador (entidad o contratista), código del activo o sistema, código del nivel o disciplina, código de tipo de información, código de rol, número secuencial y número de revisión. Adicionalmente, el manual debe establecer las siguientes reglas:

- Definición de esquemas de codificación de carpetas.
- Estandarización de formatos de archivo por tipo de información (DWG, RVT, IFC, PDF, XLSX, entre otros).
- Definición de procedimientos para la migración y depuración de información existente hacia la nueva estructura.

El tercer componente se refiere a la definición de los requisitos de información. De acuerdo con la ISO 19650-1 (ISO, 2018), la entidad debe definir cuatro tipos de requisitos articulados, que incluyen los Requisitos de Información Organizacionales (OIR), donde se expresan las necesidades de información de la entidad para cumplir su misión institucional; los Requisitos de Información del Activo (AIR), que definen la información necesaria para la operación y mantenimiento de la infraestructura una vez construida; los Requisitos de Información del Proyecto (PIR), que precisan la información necesaria para gestionar el proyecto durante su ciclo de vida; y los Requisitos de Intercambio de Información (EIR), que detallan las condiciones específicas bajo las cuales se debe entregar la información en cada hito del proyecto. Esta jerarquía permite estructurar el flujo de información desde el nivel estratégico institucional hasta el nivel operativo del proyecto, garantizando coherencia y trazabilidad.

La cuarta instancia corresponde a la definición del Modelo de Información del Proyecto (Project Information Model – PIM) y del Modelo de Información del Activo (Asset Information Model – AIM). El PIM se conforma durante las fases de diseño y construcción, integrando los modelos digitales de las distintas disciplinas, los documentos técnicos asociados y los metadatos correspondientes.

Al finalizar la construcción, el PIM se transforma en el AIM, que se mantiene durante la fase de operación y mantenimiento del activo. Para las entidades públicas territoriales, esta distinción es estratégica, dado que la información generada durante la construcción de obras de infraestructura suele perderse o quedar dispersa después de la liquidación contractual, dificultando los procesos posteriores de mantenimiento o intervención.

Por último, la definición de políticas de control de versiones y trazabilidad. Cada documento o modelo dentro del CDE debe contar con un identificador único, un código de revisión, una fecha de elaboración, un autor responsable y un estado dentro del flujo WIP–Shared–Published–Archived. Las modificaciones deben dejar un registro trazable que permita reconstruir la historia del documento, identificar quién aprobó cada versión y por qué razón. Esta práctica responde a la categoría de falla más recurrente identificada por Morales (2025) en su estudio sobre fallas en la implementación de BIM, que es la falta de revisión de calidad y la ausencia de estándares para la gestión de parámetros.

El sexto lineamiento se refiere a la articulación con los sistemas existentes de gestión documental. Las entidades públicas en Colombia están obligadas a cumplir con normativas de gestión documental establecidas por el Archivo General de la Nación, así como con políticas de Gobierno Digital y Seguridad Digital (Ramírez y Rincón, 2022). La propuesta debe garantizar que el CDE BIM se articule con estos sistemas, evitando duplicidades y respetando los

procedimientos de conservación, eliminación y transferencia documental establecidos por la normativa archivística colombiana. Esto requiere la elaboración de tablas de retención documental específicas para los nuevos tipos de información generada bajo BIM, con modelos IFC, archivos paramétricos, documentos colaborativos, entre otros; garantizando su preservación en el largo plazo. En la Tabla 14 se presenta la síntesis de los lineamientos definidos para la gestión estandarizada de la información y su articulación con los referentes normativos correspondientes.

Tabla 14

Componentes de los lineamientos para la gestión estandarizada de información

Componente	Referente ISO 19650	Producto institucional esperado
Ambiente Común de Datos	ISO 19650-1, núm. 12	Plataforma digital con flujos operativos WIP–Shared–Published–Archived operativos.
Manual de nomenclatura y clasificación	ISO 19650-2, núm. 5.1.4	Documento institucional que establece reglas de nombres, codificación y formatos.
Requisitos de información (OIR/AIR/PIR/EIR)	ISO 19650-1, núm. 5.5	Conjunto de documentos que definen y articulan la producción y entrega de información.
Modelo de Información del Proyecto y del Activo (PIM/AIM)	ISO 19650-1, núm. 5.4	Modelos digitales mantenidos durante el ciclo de vida del activo.
Control de versiones y trazabilidad	ISO 19650-1, núm. 12.4	Política institucional de versionamiento, aprobación y auditoría.
Articulación con gestión documental institucional	Marco normativo colombiano, ISO 19650	Tabla de retención documental específica para activos BIM.

Nota. Datos tomados de la serie ISO 19650 (ISO, 2018) y los referentes consultados.

7.3. Lineamientos para la coordinación interáreas y flujos de trabajo colaborativos

Los lineamientos para la coordinación interáreas y los flujos de trabajo colaborativos abordan a brecha identificada en el apartado 6.2 respecto al uso predominante de canales tradicionales para la coordinación entre equipos y la baja adopción de plataformas colaborativas integradas. En términos de la ISO 19650-1 (ISO, 2018), la colaboración entre equipos es un

componente estructural de la metodología BIM, dado que solamente mediante prácticas colaborativas estructuradas es posible materializar los beneficios de la información integrada en proyectos complejos. Este apartado articula cinco recomendaciones tendientes a transformar la coordinación interáreas desde un esquema reactivo y disperso hacia uno proactivo.

El primer lineamiento es el de la institucionalización de rituales de coordinación interdisciplinaria. La coordinación debe dejar de ser un evento esporádico, convocado en función de la urgencia operativa, para convertirse en una práctica regular con frecuencia, agenda, asistentes y entregables definidos. En consonancia con la propuesta de Morales (2025) y de Sepúlveda et al. (2025), se sugieren tres tipos de instancias de coordinación:

- Reuniones técnicas semanales por proyecto, donde las disciplinas (arquitectura, ingeniería, hidráulica, eléctrica, ambiental y topografía) revisan el estado de los modelos y resuelven incompatibilidades detectadas.
- Reuniones de coordinación interáreas quincenales, donde las dependencias técnicas, jurídicas y financieras articulan sus avances.
- Reuniones de gobernanza BIM mensuales, donde el Líder BIM y directivos revisan el avance de la implementación general. Cada instancia debe producir actas, registros de decisiones y compromisos con responsables y fechas, almacenados en el CDE.

El segundo lineamiento es la adopción de procesos de revisión de modelos y detección de interferencias. Una de las funcionalidades centrales de BIM es la posibilidad de detectar conflictos geométricos entre disciplinas antes de la ejecución física de las obras, reduciendo los reprocesos. En la fase inicial, esta función puede realizarse mediante herramientas revisoras gratuitas como Autodesk Navisworks Freedom o BIMcollab Zoom, sin requerir la adquisición inmediata de licencias comerciales completas. En fases posteriores, se recomienda incorporar

herramientas con capacidades plenas de coordinación, integradas al CDE institucional. Los hallazgos de la coordinación deben quedar documentados en informes con identificación única, descripción, ubicación en el modelo, responsable de resolución y estado de cierre.

El tercer lineamiento es la formalización del flujo de trabajo entre originadores y revisores. En concordancia con la ISO 19650-2 (ISO, 2018), todo entregable de información debe pasar por una secuencia controlada, empezando en producción por el originador, revisión técnica interna, aprobación por el responsable de disciplina, compartición con los demás equipos para coordinación, revisión consolidada por parte del cliente o supervisión, y publicación oficial. Cada etapa debe contar con responsables designados y tiempos máximos de respuesta. Este flujo, aplicado en las entidades públicas territoriales, contribuye a superar la práctica frecuente de aprobación tácita por inacción, donde la falta de respuesta de un revisor se interpreta como aprobación, erosionando la calidad de la información publicada.

El cuarto lineamiento corresponde a la coordinación con actores externos; es decir, contratistas, consultores, interventores y entidades de control. Los flujos colaborativos no deben limitarse al ámbito interno de la entidad, se debe extender a los actores externos que intervienen en el ciclo de vida del proyecto. Para ello, se recomienda incorporar a contratistas e interventores como usuarios del CDE, con permisos diferenciados según su rol, buscando así que su producción de información se realice dentro del entorno común y no en repositorios paralelos. Esta práctica, alineada con la ISO 19650-2 (ISO, 2018), puede reducir los riesgos de desinformación entre las partes y facilita los procesos de supervisión como instrumentos de control técnico, administrativo, financiero, jurídico, ambiental y social (Chamorro et al., 2022).

El quinto lineamiento es la incorporación de indicadores de coordinación. La práctica colaborativa debe poder evaluarse con base en evidencia objetiva, no solamente enfocada en la

percepción subjetiva de los participantes. Se proponen, en consonancia con las prácticas internacionales, los siguientes indicadores básicos:

- Número de interferencias detectadas y resueltas por modelo.
- Tiempo promedio de resolución de interferencias.
- Porcentaje de revisiones realizadas dentro del tiempo establecido.
- Número de actas de coordinación elaboradas.
- Porcentaje de compromisos cerrados frente al total.
- Porcentaje de entregables aprobados sin observaciones en primera revisión.

Estos indicadores, monitoreados periódicamente, permiten identificar cuellos de botella y orientar los procesos de mejora continua, cuyos principales mecanismos e instancias de articulación se resumen en la Tabla 15.

Tabla 15

Instancias propuestas de coordinación interáreas y flujos colaborativos

Instancia de coordinación	Frecuencia	Participantes	Entregables
Reunión técnica por proyecto	Semanal	Líder de proyecto y profesionales por disciplina.	Acta con avances, decisiones técnicas, interferencias detectadas y compromisos.
Coordinación interáreas	Quincenal	Líderes de proyectos, áreas técnicas, jurídicas y financieras.	Acta con articulación de cronogramas, requerimientos transversales y riesgos.
Gobernanza BIM	Mensual	Líderes de proyectos, áreas técnicas, jurídicas y financieras.	Reporte de avance de la implementación BIM, indicadores y decisiones estratégicas.
Revisión contractual con contratistas	Por hitos contractuales	Líderes de proyectos, áreas técnicas, jurídicas y financieras.	Informes de interferencias, observaciones a entregables, aprobaciones.

Nota. Datos tomados de la ISO 19650-1 (ISO, 2018) y las prácticas internacionales

documentadas.

7.4. Recomendaciones sobre roles, nomenclaturas y protocolos institucionales

El presente apartado desarrolla las recomendaciones sobre la dimensión organizacional de la propuesta, abordando la definición de roles BIM en la estructura institucional, la formalización de un manual de nomenclaturas técnicamente adecuado, junto con la elaboración de protocolos institucionales que orienten la operación cotidiana. Estos componentes responden a las brechas estructurales identificadas en el diagnóstico, particularmente en lo referente a la inexistencia de un marco contractual BIM y a la nomenclatura documental no definida.

En cuanto a la definición de roles BIM, se propone la incorporación de cinco perfiles articulados en la estructura institucional, considerando las prácticas internacionales y los referentes nacionales documentados por el BIM Forum Colombia (Camacol, 2021). El primer rol es el de líder BIM institucional, que actúa como responsable estratégico de la implementación de la metodología en la entidad. Este perfil debe ser asignado a un profesional con conocimiento técnico de BIM y capacidad de interlocución con la alta dirección, dado que la coordinación BIM exige tomas de decisiones que trascienden las fronteras de las áreas técnicas y demandan respaldo institucional.

El segundo rol es el de coordinador BIM por proyecto, encargado de la operación cotidiana de la metodología en cada proyecto específico, gestionando el CDE, supervisando los procesos de revisión y coordinando las reuniones técnicas. El tercer rol es el de modelador BIM por disciplina, profesional responsable de la elaboración y mantenimiento de los modelos digitales de su disciplina, garantizando el cumplimiento de los estándares definidos.

El cuarto rol es el de gestor de información, responsable de la administración del CDE, las políticas de versionamiento y la articulación con la gestión documental institucional. El

quinto rol es el de revisor o auditor BIM, perfil que puede ser interno o externo, encargado de verificar la calidad de los entregables antes de su aprobación.

La definición de estos roles debe acompañarse de la asignación de funciones específicas, con sus respectivas competencias mínimas, así como la actualización de los manuales de funciones y de los procesos contractuales. En el caso de las entidades públicas territoriales, es oportuno que los roles BIM queden formalizados en los contratos de prestación de servicios, con cláusulas específicas sobre las responsabilidades, los entregables BIM, así como los productos esperados. Esta formalización contribuye a superar el riesgo de confusión entre el uso de herramientas tecnológicas y la adopción de una metodología integral de trabajo colaborativo (Gómez, 2022).

En cuanto al manual de nomenclatura, se desarrolla a continuación una estructura de referencia que las entidades pueden adaptar a sus particularidades. El nombre de cada archivo digital debe construirse mediante la concatenación de campos separados por guiones, en el siguiente orden: código del proyecto, código del originador, código del sistema o disciplina, código del nivel o fase, código de tipo de documento, código de rol, número secuencial y número de revisión.

Cada campo debe utilizar un número fijo de caracteres alfanuméricos, garantizando la consistencia y la legibilidad. Por ejemplo, un archivo de modelo estructural correspondiente al segundo nivel de un proyecto de equipamiento público podría seguir la siguiente estructura: "PRY001-ALC-ING-N02-MOD-DIS-001-R01.rvt", donde "PRY001" identifica el proyecto, "ALC" al originador (Alcaldía), "ING" a la disciplina ingeniería, "N02" al nivel, "MOD" al tipo de documento (modelo), "DIS" al rol (diseñador), "001" al número secuencial y "R01" a la

revisión. Esta estructura, alineada con la ISO 19650-2 (ISO, 2018), garantiza la trazabilidad, la interoperabilidad y la recuperación documental.

En cuanto a los protocolos institucionales, se proponen cinco documentos que las entidades deben elaborar como parte de su sistema BIM. El primero es el plan de ejecución BIM Institucional (BEP institucional), que define las reglas generales de operación BIM aplicables a todos los proyectos de la entidad. El segundo es el plan de ejecución BIM por proyecto (BEP por proyecto), que adapta las reglas institucionales a las particularidades de cada proyecto específico. El tercero es el anexo técnico BIM contractual, que se incorpora a los pliegos y contratos como instrumento jurídico que define las obligaciones BIM de los contratistas y consultores. El cuarto es el protocolo de aprobación y publicación de información, que establece los flujos detallados para la transición de cada documento entre los estados WIP, Shared, Published y Archived. El quinto es el manual de auditoría BIM, que define los procedimientos de verificación de calidad de los entregables y los criterios para la aprobación o devolución de los modelos.

La articulación de estos cinco documentos genera un sistema coherente para operar la metodología BIM en condiciones controladas, articulado con la estructura de roles BIM planteada para la entidad y presentada en la Tabla 16. Conviene precisar que la elaboración de este sistema documental antes que una tarea instantánea, constituye un proceso progresivo que se desarrolla a lo largo de las tres fases definidas en el apartado 7.1. En la fase de alistamiento y nivelación, las entidades deben elaborar el BEP institucional y el manual de nomenclatura. En la fase de consolidación, deben incorporar los anexos técnicos BIM contractuales y los protocolos de aprobación. En la fase de escalamiento, deben perfeccionar el sistema mediante el manual de auditoría BIM y la actualización periódica de los demás documentos en función de la experiencia acumulada.

Tabla 16*Roles BIM propuestos en la estructura institucional*

Rol	Nivel	Función
Líder BIM Institucional	Estratégico	Definir política BIM, coordinar con alta dirección, supervisar implementación general, gestionar relaciones interinstitucionales.
Coordinador BIM por Proyecto	Táctico	Operar el CDE en el proyecto, supervisar coordinación interdisciplinaria, gestionar reuniones técnicas, controlar avance de la información.
Modelador BIM por Disciplina	Operativo	Producir y mantener los modelos de su disciplina, cumplir estándares, participar en sesiones de coordinación.
Gestor de Información	Operativo	Administrar el CDE, gestionar versionamiento, articularse con la gestión documental institucional, mantener tablas de retención.
Revisor o Auditor BIM	Control/Auditoría	Verificar calidad de entregables, emitir conceptos de conformidad con el BEP y la ISO 19650.

Nota. Datos tomados de la ISO 19650-1 (ISO, 2018) y las prácticas internacionales

documentadas.

7.5. Estrategia de capacitación y gestión del cambio

La estrategia de capacitación y gestión del cambio constituye el componente humano y cultural de la propuesta, sin el cual los demás lineamientos se limitarían a documentos formales sin capacidad de transformar la operación institucional. Este apartado responde a la brecha respecto a la formación discontinua del talento humano y al nivel de conocimiento BIM en las entidades estudiadas. La estrategia se fundamenta en la premisa de que el éxito de la adopción BIM depende centralmente de los factores humanos y organizacionales, particularmente de la disposición al cambio y de la existencia de procesos formativos sostenidos (Gómez (2022); Osorio et al. (2024).

El primer componente de la estrategia es un programa institucional de formación BIM, estructurado en cuatro niveles progresivos.

- El nivel introductorio, tiene una duración corta, entre dieciséis y veinticuatro horas, con el propósito de sensibilizar al conjunto del personal técnico y administrativo sobre los principios de la metodología BIM, y los compromisos institucionales asociados. Este nivel debe alcanzar la totalidad del personal vinculado a las áreas de infraestructura, contratación, planeación y supervisión.
- El nivel básico, se orienta a una duración intermedia, entre cuarenta y sesenta horas, se orienta a los profesionales que intervienen directamente en la producción y revisión de información técnica, e incluye contenidos sobre la serie ISO 19650, el manejo del CDE institucional y los protocolos de coordinación.
- El nivel intermedio, de mayor profundidad, entre ochenta y ciento veinte horas, aborda contenidos especializados sobre modelado disciplinar, coordinación BIM y elaboración del BEP, y se orienta a los profesionales que asumirán el rol de coordinador BIM por proyecto.
- El nivel avanzado, finalmente, corresponde a la formación especializada del Líder BIM Institucional y de los auditores BIM, que requieren competencias profundas en gestión de información y gobernanza tecnológica, dentro de los estándares internacionales.

El segundo componente es el reconocimiento institucional de las competencias BIM adquiridas. La formación debe vincularse con incentivos concretos para los participantes, tales como certificaciones internas, ajustes a las hojas de vida institucionales, prioridad en la asignación de proyectos relevantes o, cuando sea viable, incentivos económicos asociados al desempeño BIM. Esta articulación entre formación y reconocimiento contribuye a sostener la motivación de los profesionales a lo largo de un proceso que, por su carácter progresivo, demanda compromiso de mediano y largo plazo.

El tercer componente es la gestión del cambio organizacional. La adopción de BIM implica modificar tanto las herramientas, como las prácticas cotidianas y los flujos de decisión, además de las relaciones de poder asociadas a la información técnica. En contextos donde la información se ha utilizado históricamente como recurso interno de control institucional, su socialización mediante un CDE puede generar resistencias que tal vez no se superen únicamente con capacitación técnica. En consonancia con los planteamientos de Datta et al. (2023) sobre las barreras de BIM para prácticas sostenibles, se recomienda incorporar elementos de gestión del cambio basados en cuatro líneas de acción:

- Comunicación institucional permanente sobre avances y desafíos.
- Liderazgo visible de la alta dirección con respaldo activo al proceso.
- Identificación de aliados internos como referentes por área.
- Manejo de resistencias mediante diálogo y atención a preocupaciones legítimas.

El cuarto componente es la articulación con la academia y los actores externos del ecosistema BIM. Las entidades públicas pueden beneficiarse significativamente de los procesos formativos ofrecidos por la academia y por el BIM Forum Colombia, así como de la participación en eventos del sector como los Encuentros BIM Forum Colombia, los Premios Excelencia BIM y la Encuesta Nacional BIM (Camacol, 2023, 2025).

Esta articulación conlleva la reducción de costos formativos, acceder a referentes nacionales e internacionales actualizados, así como construir redes de aprendizaje colectivo. Adicionalmente, se recomienda explorar convenios con universidades para que los estudiantes de últimos semestres de programas relacionados con la construcción participen en los procesos BIM institucionales, generando una doble vía de aprendizaje y de aporte técnico.

El quinto componente es el monitoreo de la adopción cultural. La transformación cultural, por su naturaleza intangible, debe poder evaluarse con indicadores específicos. Se proponen, en consonancia con las prácticas internacionales, los siguientes indicadores básicos:

- Porcentaje de personal técnico con formación BIM básica o superior.
- Porcentaje de profesionales activos en el CDE institucional.
- Número de proyectos con BEP elaborado y aprobado.
- Nivel de percepción de utilidad de BIM (medido mediante encuestas).
- Número de buenas prácticas documentadas e incorporadas al BEP institucional.
- Tasa de rotación del personal con competencias BIM

El monitoreo de estos indicadores, complementado con espacios de retroalimentación, permite identificar tempranamente los focos de resistencia o las dificultades formativas, orientando los ajustes a la estrategia.

Como cierre de la propuesta, es importante señalar que los lineamientos formulados en este capítulo se conciben como un marco de referencia adaptable, no como una receta cerrada. Cada entidad pública territorial enfrenta condiciones particulares de tamaño, estructura organizacional, presupuesto y nivel de madurez tecnológica que determinarán la velocidad, el alcance y las prioridades de su proceso de adopción BIM.

Lo relevante, en términos estratégicos, implica más que replicar mecánicamente los componentes propuestos, preservar la coherencia metodológica entre el diagnóstico realizado, las brechas identificadas, los referentes normativos internacionales y las capacidades institucionales disponibles. En este sentido, la presente propuesta aspira a constituir una hoja de ruta orientadora, abierta a ajustes y mejoras, que contribuya a la transformación digital de la gestión

pública territorial en Colombia y al cumplimiento de los objetivos trazados por la Estrategia Nacional BIM 2020–2026 (Gobierno de Colombia, 2020).

Tabla 17

Programa institucional de capacitación BIM por niveles

Nivel	Duración	Población objetivo	Contenidos centrales
Introdutorio	16 – 24 h	Personal técnico y administrativo de las áreas de infraestructura, contratación, planeación y supervisión.	Principios BIM, beneficios esperados, conceptos generales de la ISO 19650, política BIM institucional.
Básico	40 – 60 h	Profesionales que producen o revisan información técnica.	Aplicación de la serie ISO 19650, manejo del CDE, manual de nomenclatura, protocolos de coordinación.
Intermedio	80 – 120 h	Profesionales que asumirán roles de Coordinador BIM o Modelador BIM por disciplina.	Modelado disciplinar, coordinación BIM, elaboración del BEP, detección de interferencias.
Avanzado	120 h o más	Líder BIM Institucional, Gestor de Información, Auditores BIM.	Gobernanza BIM, gestión de información estratégica, auditoría de conformidad con la ISO 19650, gestión del cambio organizacional.

Nota. Datos tomados de la ISO 19650-2 (ISO, 2018) y los referentes nacionales de Camacol (2021, 2023).

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1 Conclusiones generales

La investigación desarrollada surgió a partir de las dificultades históricas que ha enfrentado el sector público territorial colombiano para gestionar de manera articulada la información técnica y coordinar las áreas encargadas de los proyectos de infraestructura. La evidencia disponible ha demostrado que un porcentaje significativo de los proyectos públicos en Colombia presenta sobrecostos y atrasos en la ejecución (Cuervo y Gómez, 2023), asociados principalmente a fallas estructurales en la planificación y la limitada implementación de herramientas estandarizadas de monitoreo (Ramírez et al., 2025).

En este escenario, la Secretaría de Infraestructura Municipal objeto del estudio había manifestado una intención institucional por adoptar la metodología BIM, sin contar con una estructura metodológica que articulara los flujos de información, los roles técnicos y los protocolos de coordinación, situación coherente con las dificultades reportadas por la Encuesta Nacional BIM (Camacol, 2023, 2025) para el conjunto del sector público colombiano.

En coherencia con el objetivo general, se analizó el estado actual de la gestión de la información y la coordinación técnica, identificando las brechas y las oportunidades de mejora, junto con las condiciones habilitantes para la implementación de la metodología BIM; también se propusieron los lineamientos iniciales que orientan su adopción en entidades del sector público territorial, orientados a fortalecer la gestión adecuada de la información técnica desde la etapa de planificación hasta la de ejecución.

El Índice de Madurez BIM Global (IMBG) consolidado alcanzó un valor de 48,0/100, lo que ubicó al conjunto de entidades estudiadas en una etapa de transición entre los niveles “gestionado” y “definido” del modelo de Succar (2009). Este resultado evidenció la viabilidad de

una ruta de adopción progresiva, condicionada al fortalecimiento prioritario de los habilitadores institucionales, como el CDE, marco contractual y política BIM, antes de ampliar de manera masiva las capacidades técnicas individuales.

Los hallazgos obtenidos fueron coherentes con la literatura especializada y con los referentes internacionales tomados como base. La evidencia recolectada confirmó que la colaboración y la gestión de la información son dimensiones críticas para la adopción de BIM, en línea con la revisión sistemática de Ali et al. (2022), y mostró que las barreras identificadas en el caso de estudio coinciden con las reportadas a nivel nacional por la Encuesta Nacional BIM (Camacol, 2023, 2025) y con el diagnóstico estructural elaborado por Ramírez et al. (2025).

Al mismo tiempo, los resultados respaldaron la pertinencia de referentes como el modelo chileno, en la que el Estándar BIM para Proyectos Públicos adopta la ISO 19650 como base y la complementa con un anexo nacional que precisa los criterios para la entrega de información (Manríquez, 2019), aproximación que la Estrategia Nacional BIM 2020–2026 (Gobierno de Colombia, 2020) ha empezado a incorporar mediante la adopción de la NTC-ISO 19650 por parte del Icontec.

En conjunto, la investigación demostró que la transformación digital del sector público territorial no corresponde a un asunto exclusivamente tecnológico, también conlleva una transformación institucional y cultural sustentada en la estandarización de procesos, la formalización de roles y la consolidación de un marco normativo interno coherente con los estándares internacionales.

8.2 Conclusiones específicas por objetivo

8.2.1 Conclusión asociada al primer objetivo específico

En relación con el primer objetivo específico, se analizó el estado actual de los procesos de gestión de información y coordinación técnica en la Secretaría de Infraestructura Pública.

Como resultado, se identificaron cinco brechas críticas y un vacío transversal adicional:

1. La inexistencia de un CDE debidamente implementado en ambas entidades, condición considerada como uno de los habilitadores estructurales por la ISO 19650-2 (ISO, 2018).
2. La limitada formalización del marco contractual basado en BIM, en concordancia con la limitación señalada por Amen Loor (2026) para la mayoría de los estudios latinoamericanos.
3. La formación discontinua del talento humano, con niveles de conocimiento operativo BIM de 38,1 % en la alcaldía frente a 76,9 % en la gobernación, y capacitaciones formales recientes en apenas 9,5 % y 46,2 %, respectivamente.
4. La falta de unificación en la nomenclatura y clasificación documental.
5. La coordinación interdisciplinaria apoyada predominantemente en canales tradicionales (correo electrónico, reuniones de obra y radicación física), acompañada de una ausencia transversal de protocolos formales de intercambio de información.

La evaluación cuantitativa de las capacidades organizacionales mostró valores diferenciados entre las dimensiones analizadas y entre las dos entidades comparadas. El Índice de Madurez en Gestión Documental (IMGD) alcanzó 56,7/100 en la alcaldía y 73,7/100 en la Gobernación, con un consolidado de 63,2/100, el Índice de Coordinación e Intercambio (ICI) se ubicó en 41,0/100 y 55,4/100 (consolidado 46,5/100), el Índice de Conocimiento y Cultura BIM (ICCB) registró 42,4/100 y 68,5/100 (consolidado 52,4/100), y el Índice de Infraestructura y

Gobernanza BIM (IIGB) presentó los valores más bajos (28,2/100 y 32,6/100, con consolidado de 29,8/100), lo que evidenció la ausencia de condiciones tecnológicas y contractuales propias de una operación BIM madura, conforme a las dimensiones del modelo de Succar (2009). La diferencia entre la dimensión más débil (infraestructura y gobernanza) y la más fuerte (cultura) corroboró que la principal brecha es de carácter institucional, y no meramente técnico, en concordancia con los hallazgos generales reportados por la Encuesta Nacional BIM (Camacol, 2023, 2025).

Junto con las brechas, se identificaron tres condiciones favorables que constituyen una base institucional oportuna para iniciar la adopción:

1. Una alta disposición cultural hacia BIM, con un 82,4 % del total de encuestados considera que su implementación podría generar mejoras significativas, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambas entidades.
2. Un capital humano con competencias técnicas profesionales suficientes.
3. La existencia de plataformas oficiales (SECOP I y II y sistemas internos de radicación) que podrían utilizarse como punto de partida para la construcción del CDE.

La coexistencia de debilidades y fortalezas permitió concluir que la implementación debe iniciarse por la consolidación de habilitadores institucionales (CDE, marco contractual y política BIM), antes del fortalecimiento progresivo de las capacidades técnicas individuales; planteamiento que resulta congruente con la adopción progresiva propuesta por la Estrategia Nacional BIM 2020–2026 (Gobierno de Colombia, 2020) y con la experiencia internacional documentada por Manríquez (2019).

8.2.2 Conclusión asociada al segundo objetivo específico

En relación con el segundo objetivo específico, se definieron los lineamientos técnicos, organizativos y operativos necesarios para la adopción progresiva de la metodología BIM en la Secretaría de Infraestructura Pública y a partir de ello se formularon los lineamientos iniciales que orientan dicha adopción, orientados a estandarizar la gestión documental y fortalecer la coordinación entre áreas.

La propuesta se sustentó en cinco principios, que constan de una adopción progresiva, articulación con la institucionalidad existente, alineación con la serie ISO 19650 (ISO, 2018), centralidad de la información como activo institucional, y gradualidad financiera y técnica. La implementación se organizó en un horizonte temporal de tres fases: alistamiento (6–12 meses), consolidación (12–24 meses) y escalamiento (24–36 meses), lo que permitiría a la entidad avanzar de manera ordenada sin afectar la continuidad operativa.

Respecto a la gestión estandarizada de la información, se definieron seis lineamientos dirigidos a atender las brechas identificadas en el diagnóstico:

1. La implementación de un CDE institucional bajo el modelo de cuatro estados (WIP, Shared, Published, Archived) establecido por la ISO 19650-1 (ISO, 2018), aprovechando las plataformas existentes (SharePoint o Teams) para evitar costos tecnológicos iniciales elevados.
2. La formulación de un manual de nomenclatura y clasificación documental unificado.
3. La definición de los requisitos de información en sus distintos niveles (OIR, AIR, PIR, EIR).
4. La implementación progresiva del Modelo de Información del Proyecto (PIM) y del Modelo de Información del Activo (AIM).

5. El establecimiento de políticas de control de versiones y trazabilidad, y la articulación del CDE con los sistemas de gestión documental ya existentes en la entidad.

En cuanto a la coordinación entre áreas, se propusieron cinco lineamientos:

- La institucionalización de espacios periódicos de coordinación (reuniones técnicas semanales por proyecto, reuniones interáreas quincenales y comité de gobernanza BIM mensual).
- La adopción de procesos formales de revisión de modelos y detección de interferencias (clash detection).
- La formalización del flujo de trabajo entre originadores y revisores conforme a la ISO 19650-2 (ISO, 2018).
- La coordinación con actores externos (contratistas, consultores e interventores) mediante anexos contractuales con especificación BIM.
- La incorporación de indicadores de coordinación que faciliten el seguimiento de avances y oportunidades de mejora de manera sistemática.

De forma complementaria, se propusieron cinco perfiles BIM institucionales (líder BIM institucional, coordinador BIM por proyecto, modelador BIM por disciplina, gestor de información y revisor o auditor BIM), cinco protocolos institucionales (plan de ejecución BIM institucional, plan de ejecución BIM por proyecto, anexo técnico BIM contractual, protocolo de aprobación y publicación, y manual de auditoría BIM) y una estrategia de capacitación y gestión del cambio organizada en cuatro niveles formativos.

El conjunto de lineamientos formulados se planteó como un marco de referencia adaptable, no como un modelo rígido, pudiendo ajustarse a las particularidades de cada entidad pública territorial. De este modo, la propuesta se alinea con el enfoque progresivo de la

Estrategia Nacional BIM 2020–2026 (Gobierno de Colombia, 2020), incorpora los principios estructurales de la serie ISO 19650 (ISO, 2018) e incorpora aprendizajes de experiencias nacionales pioneras como las del IDU (2024) y la UPIT (2022), y aporta un instrumento diseñado específicamente para el contexto de las secretarías de infraestructura pública municipal en Colombia.

8.3 Recomendaciones para la Secretaría de Infraestructura Pública

Con base en el diagnóstico realizado y en los lineamientos definidos, se formulan diez recomendaciones priorizadas para la Secretaría de Infraestructura Pública Municipal, ordenadas según su nivel de prioridad institucional; las primeras se orientan a crear condiciones institucionales y contractuales mínimas, las intermedias apuntan al fortalecimiento operativo y del talento humano, y las últimas se orientan al monitoreo, la gestión del cambio y la articulación interinstitucional.

En primer lugar, Se aconseja expedir un acto administrativo, por medio de resolución o decreto., para establecer la política BIM de la entidad, definiendo su alcance y la asignación formal de responsabilidades, garantizando así continuidad más allá de las gestiones transitorias.

Como segunda medida, se recomienda poner en marcha una versión funcional del CDE utilizando herramientas ya disponibles como Microsoft 365 o SharePoint, integrando los flujos básicos. Esta acción, de bajo costo tiende a establecer resultados tangibles en el primer año, fermentando la colaboración.

En tercer lugar, se considera necesario desarrollar e implementar un manual único de nomenclatura y clasificación de archivos, alineado con estándares internacionales, que sea aplicable a todas las áreas para asegurar su cumplimiento.

En cuarto término, se puede incorporar un anexo técnico BIM en los procesos de contratación que especifique los requisitos de información, entregables digitales, estándares de modelado y protocolos de coordinación, haciendo corresponsables a los contratistas.

En quinto lugar, se recomienda diseñar un programa de capacitación BIM de cuatro niveles, articulado con el ecosistema académico y sectorial, priorizando la formación de directivos y futuros líderes técnicos antes de generalizarlo a toda la planta.

Como sexta recomendación, se sugiere formalizar cinco perfiles BIM, asignando sus funciones mediante reasignación de talento existente para viabilizar su implementación sin ampliación de planta inicial.

En séptimo lugar, conviene institucionalizar reuniones periódicas con agendas y actas, técnicas semanales, interáreas quincenales, junto con gobernanza mensuales; para así reemplazar la coordinación informal y garantizar la trazabilidad de las decisiones.

En octavo lugar, se aconseja implementar un cuadro de mando BIM que permita hacer seguimiento a la adopción cultural, madurez técnica y coordinación de proyectos, utilizando los índices desarrollados en esta investigación, IMGD, ICI, ICCB, IIGB, IMBG, como línea base para la mejora continua.

Como novena medida, se recomienda desplegar una estrategia explícita de comunicación interna y acompañamiento al talento humano, aprovechando la alta disposición favorable al BIM (82,4%) mediante el reconocimiento de logros tempranos y la difusión de resultados de proyectos piloto.

Finalmente, se sugiere establecer alianzas estratégicas con la academia, el BIM Forum Colombia, la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol, 2023), el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2023) y las entidades nacionales que lideran la Estrategia

Nacional BIM 2020–2026 (Gobierno de Colombia, 2020), así como con experiencias de instituciones públicas pioneras como las del IDU (2024) y la UPIT (2022), con el propósito de acceder a buenas prácticas, herramientas de medición y apoyo técnico que fortalezcan el proceso de aprendizaje institucional y permitan participar en redes nacionales de intercambio de experiencias del sector público.

8.4 Limitaciones del estudio y líneas futuras de investigación

El estudio reconoce tres limitaciones. Primero, el diseño no experimental de corte transversal permitió recoger información en un único momento, no pudiendo establecerse relaciones causales ni analizar la evolución longitudinal de los procesos. Segundo, la muestra de treinta y cuatro profesionales vinculados a dos entidades del Valle del Cauca, aunque adecuada para un estudio de caso (Yin, 2018), no permite generalizar al conjunto de las secretarías municipales del departamento, ni al contexto nacional. Tercero, la información correspondió a percepciones autorreportadas, con el riesgo inherente de sobreestimación o subestimación de las prácticas reales.

A partir de estas limitaciones, se plantean cinco líneas futuras de investigación:

- Desarrollar estudios longitudinales que evalúen la evolución de la madurez BIM tras pilotos de implementación y analizar sus efectos sobre tiempos y costos de ejecución.
- Replicar el instrumento en una muestra ampliada de secretarías municipales para construir un mapa nacional de madurez BIM territorial.
- Desarrollar modelos de madurez BIM específicos para entidades públicas territoriales colombianas que ajusten el modelo de Succar (2009) a las particularidades fiscales y contractuales.
- Realizar el análisis comparativo con experiencias internacionales.

- Profundizar en el estudio cualitativo de los factores institucionales, políticos y culturales que facilitan o inhiben la adopción BIM en entidades públicas.

El aporte al conocimiento se expresa en tres dimensiones, relacionadas con el desarrollo de un instrumento de diagnóstico contextualizado para evaluar la madurez BIM territorial, un marco de lineamientos para una adopción progresiva que articula la ISO 19650 con la Estrategia Nacional BIM 2020–2026, y la evidencia empírica de que la ruta debe priorizar los habilitadores institucionales sobre la expansión tecnológica sin fortalecimiento institucional y organizacional previo (Gobierno de Colombia, 2020).

Referencias bibliográficas

Ali, K., Alhajlah, H., y Kassem, M. (2022). Collaboration and risk in building information modelling (BIM): a systematic literature review. *Buildings*, 12(5), 571
<https://doi.org/10.3390/buildings12050571>

Amen Loor, H. E. (2026). Implementación de metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción: revisión sistemática. *Ciencia y Educación*, 7(4.1), 158-174. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19746431>

Bernal, J. M., Alfaro, A. P., Olivarría, M. del C., y Burgueño, E. O. (2024). Metodología Building Information Modelling (BIM) en el desarrollo de proyectos de construcción y principales softwares. *Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas (ReDTIS)*, 8(1), 78-86. <https://doi.org/10.61530/redtis.vol8.n1.2024>

buildingSMART Spain. (2018). *Guías uBIM: documentos guía para usuarios BIM*.
<https://www.buildingsmart.es/recursos/guías-ubim/>

Camacho Pinzón, M. A. (2023). *Elaboración de una guía de buenas prácticas gerenciales para proyectos de reactivación de obras civiles inconclusas de instituciones educativas en Colombia* [Trabajo de grado, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/2374>

Cámara Colombiana de la Construcción. (2021). *BIM Forum Colombia*.
<https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum>

Cámara Colombiana de la Construcción. (2023). *Encuesta Nacional BIM 2023*.
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMGRiMTY0ZjAtYWVhZDZlOTUwLTgwZGEtZjQ4MDQ3MDUwNjc3IiwidCI6IjI1YTdhM2RiLWlyNTctNDg4Yi04MDAxLTQ0M2E2ZTU4ZDcxNCIsImMiOiR9>

Cámara Colombiana de la Construcción. (2025). *Encuesta Nacional BIM 2025*.

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOGYzYzFhYWMTOTFhMi00NDk4LWE0MDgtY2MxYzI3YzlhYTdjIiwidCI6IjI1YTdhM2RiLWIyNTctNDg4Yi04MDAxLTQ0M2E2ZTU4ZDcxNCIsImMiOiR9>

Chamorro, G. E., Pérez, D. D., y Serrano, M. F. (2022). Rol del interventor en la gestión de proyectos de infraestructura pública: estudio de caso del Valle del Cauca, Colombia. *Ciencia ergo-sum*, 29(1). <https://doi.org/10.30878/ces.v29n1a1>

Congreso de la República de Colombia. (2011, 12 de julio). Ley 1474 de 2011. *Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública*. Diario Oficial No. 48.128. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43292>

Congreso de la República de Colombia. (2016, 13 de julio). Ley 1796 de 2016. *Por la cual se establecen medidas enfocadas a la protección del comprador de vivienda, el incremento de la seguridad de las edificaciones y el fortalecimiento de la función pública que ejercen los curadores urbanos*. Diario Oficial No. 49.927.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=70894>

Cuervo, R., y Gómez, E. (2023). Método para la gestión de proyectos de infraestructura pública en Boyacá-Colombia. *Visión Empresarial*, 2(3), 91-106.

<https://doi.org/10.24267/24629898.1227>

Datta, S. D., Tayeh, B. A., Hakeem, I. Y., y Abu Aisheh, Y. I. (2023). Benefits and barriers of implementing building information modeling techniques for sustainable practices in the construction industry: a comprehensive review. *Sustainability*, 15(16), 12466.

<https://doi.org/10.3390/su151612466>

Departamento Nacional de Planeación. (2013, 17 de diciembre). *Resolución 1450 de 2013. Por la cual se adopta la metodología general ajustada para la identificación, preparación, evaluación y emisión de concepto de viabilidad de los proyectos de inversión pública.*

<https://www.dnp.gov.co/>

Departamento Nacional de Planeación. (2023). *Plataforma Integrada de Inversión Pública.*

https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblicas/PIIP/PIIP_2023.pdf

Gobierno de Colombia. (2020). *Estrategia Nacional BIM 2020–2026.*

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf>

Gómez, L. M. (2022). *La metodología BIM como promotora de calidad en la cultura organizacional de las empresas constructoras* [Trabajo de grado de especialización, Fundación Universidad de América]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9097>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.

Hernández, R., y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Herrera, M. A. (2024, 5 de agosto). *Metodología BIM reduciría hasta una tercera parte de los costos de la construcción*. Agencia de Noticias UNAL.

<https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/metodologia-bim-reduciria-hasta-una-tercera-parte-de-los-costos-de-la-construccion>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2022). NTC-ISO 19650-1: *Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil, incluidos el BIM (Building Information Modelling)*. Parte 1: Conceptos y principios. Icontec.

Instituto de Desarrollo Urbano. (2024). *Building Information Modeling en el Instituto de Desarrollo Urbano*. <https://www.idu.gov.co/page/bim-en-el-idu>

International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-2:2018. *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets*. <https://www.iso.org/standard/68080.html>

International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-1:2018. *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles*. <https://www.iso.org/standard/68078.html>

Kermanshah, S., y Safapour, E. (2019). Identification and quantification of project complexity from perspective of primary stakeholders in US construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 25(4), 380-398. <https://doi.org/10.3846/jcem.2019.8633>

Li, Y., Li, Y., y Ding, Z. (2024). Building Information Modeling applications in civil infrastructure: a bibliometric analysis from 2020 to 2024. *Buildings*, 14(11), 3431. <https://doi.org/10.3390/buildings14113431>

López, R., y Arango, J. (2025). *Optimización de proyectos de obras civiles a través de una propuesta de buenas prácticas de programación efectiva como factor clave en la calidad y éxito del proyecto* [Trabajo de grado de especialización, Uniminuto]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/10656/23327>

Manríquez, S. (2019). *¿Qué es la ISO 19650? ¿Cómo se relaciona con el Estándar BIM para proyectos públicos?* [Presentación]. Planbim, Comité de Transformación Digital de CORFO. https://bimforum.cl/wp-content/uploads/2020/01/20191217_Presentación-ISO-19650-y-EBPPP_v01.pdf

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2020). Infraestructura de Datos del Estado Colombiano (IDEC). <https://infraestructuradatos.gov.co/>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2021, 10 de marzo). *Resolución 500 de 2021. Por la cual se establecen los lineamientos y estándares para la estrategia de seguridad digital y se adopta el modelo de seguridad y privacidad como habilitador de la política de Gobierno Digital.* https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-172582_resolucion_500_2021.pdf

Ministerio de Transporte de Colombia. (2024). Resolución 20243040020495 de 2024. Por la cual se adopta la metodología BIM definida por la norma técnica colombiana NTC-ISO 19650 en los proyectos de infraestructura de transporte. <https://www.mintransporte.gov.co/>

Morales, J. (2025). *Detección de fallas en la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en proyectos de infraestructura* [Trabajo de grado de pregrado, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/11396/8855>

Osorio, C. C., Amariles-, C. C., Herrera, R. F., y Pellicer, E. (2024). BIM implementation in small and medium-sized companies in the Colombian construction sector. En *Construction Research Congress 2024* (pp. 569-579). American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784485286.057>

Pan, Y., y Zhang, L. M. (2023). Integrating BIM and AI for smart construction management: current status and future directions. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30, 1081-1110. <https://doi.org/10.1007/s11831-022-09830-8>

Pisconti Salazar, P. E. (2025). Gestión administrativa y tecnologías de información en entidades públicas, una revisión sistemática de la literatura. *Impulso, Revista de Administración*, 5(12), 547-567. <https://doi.org/10.59659/impulso.v.5i12.202>

Presidencia de la República de Colombia. (2022, 8 de marzo). *Decreto 338 de 2022. Por el cual se modifica el Decreto 1078 de 2015 para reglamentar parcialmente los artículos 147, 148 y 149 de la Ley 1955 de 2019, mediante el establecimiento de los lineamientos generales para fortalecer la gobernanza de la seguridad digital.*
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=181866>

Presidencia de la República de Colombia. (2022). *Decreto 1389 de 2022. Por el cual se adiciona el Capítulo 5 al Título 9 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1078 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos para fortalecer la gobernanza de los datos en las entidades públicas.* https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=191409

Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)* (6.^a ed.). Project Management Institute.

Ramírez, A., Correa, D., y Riaño, Y. (2025). *Estrategias en la gestión de proyectos públicos para obras de infraestructura en Colombia* [Trabajo de grado de maestría, Universidad EAN]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/10882/15095>

Ramírez Camargo, E. A., y Rincón, M. A. (2022). La importancia de la seguridad de la información en el sector público en Colombia. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (46), 87-99. <https://doi.org/10.17013/risti.46.87-99>

Rozo, J., y Tumay, A. (2024). *Implementación de la metodología BIM en empresas de construcción en Colombia* [Trabajo de grado de especialización, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/10983/31328>

Sepúlveda-Solari, Í., Sarmiento-Herrera, S., y Peterssen-Soffia, G. (2025). Identificación de barreras en la interacción entre Construcción Industrializada (CI) y Building Information Modeling (BIM). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 71-82.
<https://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.5448>

Succar, B. (2009). Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357-375.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>

Unidad de Proyectos de Infraestructura de Transporte. (2022). *BIM Estrategia Nacional*.
<https://upit.gov.co/bim/>

Viloria, M. I., Cadavid, L., y Awad, G. (2018). Metodología para evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura en Colombia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(2), 121-156. <https://doi.org/10.18359/rcin.2941>

Xia, H. S., Liu, Z. S., Efremochkina, M., Liu, X. T., y Lin, C. X. (2022). Study on city digital twin technologies for sustainable smart city design: a review and bibliometric analysis of geographic information system and building information modeling integration. *Sustainable Cities and Society*, 84, 104009. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104009>

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: design and methods* (6.^a ed.). Sage Publications. <https://acortar.link/Kker9s>

Glosario de términos especiales

BIM (Building Information Modeling): Metodología colaborativa basada en modelos digitales que integran información gráfica y no gráfica de un activo a lo largo de su ciclo de vida, desde la planeación hasta la operación.

BEP (BIM Execution Plan): Documento que define cómo se implementará BIM en un proyecto, incluyendo roles, responsabilidades, niveles de información y protocolos de coordinación.

CDE (Common Data Environment – Ambiente Común de Datos): Repositorio digital centralizado donde se almacena y gestiona la información del proyecto de forma controlada, operando bajo cuatro estados: WIP, Shared, Published y Archived, conforme a la ISO 19650-1.

Coordinación interdisciplinaria: Articulación entre las distintas disciplinas técnicas de un proyecto para asegurar la coherencia integral del diseño y la ejecución.

ISO 19650: Norma internacional para la gestión de información en proyectos BIM. La Parte 1 define conceptos y principios; la Parte 2 establece los procesos durante la fase de entrega del activo.

Madurez BIM: Grado de evolución de una organización en la implementación de BIM, evaluado en cinco niveles progresivos según capacidades tecnológicas, organizacionales y de procesos.

Pre-BIM: Etapa previa al modelado colaborativo en la que la información se gestiona con herramientas tradicionales como CAD 2D, documentos físicos y correos electrónicos.

Trazabilidad documental: Capacidad de seguir el recorrido de un documento a lo largo del ciclo de vida del proyecto, identificando autor, versión, estado y modificaciones.

Anexos

Anexo A. Instrumento de recolección de información: cuestionario diagnóstico sobre gestión de la información, coordinación interinstitucional y conocimiento BIM.

Presentación del instrumento: el presente anexo reproduce el cuestionario aplicado para caracterizar el estado actual de los procesos de gestión de la información, coordinación de proyectos e intercambio de archivos en ambas Secretarías de Infraestructura Pública, así como el nivel de conocimiento, uso y percepción de la metodología BIM.

El instrumento se estructuró en seis secciones temáticas y veinte preguntas antecedidas por dos ítems de consentimiento informado, fundamentadas en los lineamientos de la serie ISO 19650, la Estrategia Nacional BIM Colombia y referentes internacionales como el Plan BIM Chile y UK BIM Framework, entre otras fuentes.

Tabla 18

Ficha técnica del instrumento

Título del instrumento	Encuesta sobre Gestión de Información y Coordinación de Proyectos con BIM
Modalidad de aplicación	Cuestionario estructurado en línea, autoadministrado
Plataforma utilizada	Google Forms
Población objetivo	Personal técnico, profesional y directivo vinculado a la Secretaría de infraestructura pública municipal y a la gobernación departamental
Tipo de muestreo	No probabilístico por conveniencia
Periodo de aplicación	Septiembre–Octubre de 2025
Número de secciones	Seis, incluida la sección de consentimiento informado
Número de preguntas	Veinte preguntas temáticas, además de dos ítems de consentimiento
Tipos de pregunta	Selección única, selección múltiple y escalas ordinales de cuatro puntos
Tratamiento de datos	Confidencial y anónimo, con fines exclusivamente académicos
Enlace de consulta	https://docs.google.com/forms/d/13Lt5NdcaHyoeoqyin29oa2pN8k_vybl376Wf9Wq2piU/preview

Consentimiento informado

Cali, Colombia.

Apreciado(a) participante:

Apreciado/a participante:

Mi nombre es ***Iris Dahiana Semanate García*** y actualmente curso la Maestría en Ingeniería Civil en la Pontificia Universidad Javeriana Cali. Como parte de mi proyecto de grado, estoy desarrollando la investigación titulada: “Análisis para la implementación de la Metodología BIM orientada a mejorar la gestión de la información y la coordinación, para la ejecución de proyectos del sector de Infraestructura Pública Municipal.”

Dentro de este marco, le invito a participar en la Encuesta sobre Gestión de Información y Coordinación de Proyectos con BIM, cuyo objetivo es caracterizar el estado actual de los procesos de gestión de información, coordinación de proyectos e intercambio de archivos en la Secretaría de Infraestructura Pública, así como el nivel de conocimiento, uso y percepción de la metodología BIM.

Su participación consiste únicamente en responder el cuestionario en línea. No se le solicitarán datos personales de identificación (como nombre, número de documento o contacto), por lo cual sus aportes serán tratados de manera confidencial y anónima. La información recolectada será utilizada exclusivamente con fines académicos, para el desarrollo de la tesis de maestría que será sustentada ante jurados de la Facultad de Ingeniería y Ciencias. Posteriormente, el trabajo de grado quedará a disposición del público en el repositorio digital de la Biblioteca de la Universidad.

La participación es completamente voluntaria, no implica riesgos ni compensación económica, y puede abstenerse de contestar o retirarse en cualquier momento.

En caso de inquietudes, puede contactarme al correo electrónico:

irisd0511@javerianacali.edu.co.

Ítems de consentimiento

PC1. ¿Acepta participar de manera libre y voluntaria en esta investigación, entendiendo que sus respuestas serán anónimas y utilizadas únicamente con fines académicos? (respuesta obligatoria · selección única)

☐ Sí

☐ No

PC2. ¿Confirma que comprende que no se solicitarán datos personales y que su participación será tratada de manera confidencial y anónima? (respuesta obligatoria · selección única)

☐ Sí

☐ No

Cuestionario diagnóstico

Sección 1 · Perfil demográfico y ocupacional – Información general

Esta sección recoge variables de caracterización del respondiente que permiten contextualizar los hallazgos del diagnóstico y verificar la representatividad de la muestra.

P0. Entidad a la que pertenece (selección única)

☐ Alcaldía Pública Municipal

☐ Gobernación Departamental

P1. Tipo de vinculación laboral (selección única)

☐ Carrera administrativa

- ☐ Provisionalidad
- ☐ Trabajador oficial
- ☐ Libre nombramiento y remoción
- ☐ Contratista de prestación de servicios

P2. Clasificación del cargo (selección única)

- ☐ Secretario
- ☐ Auxiliar administrativo
- ☐ Técnico operativo
- ☐ Técnico administrativo
- ☐ Profesional universitario
- ☐ Profesional especializado
- ☐ Líder de programa
- ☐ Asesor
- ☐ Directivo

P3. Tiempo de experiencia en proyectos de infraestructura pública (selección única)

- ☐ Menos de 2 años
- ☐ 2–5 años
- ☐ 6–10 años
- ☐ 10–15 años
- ☐ Más de 15 años

Esta sección caracteriza las prácticas vigentes para la organización, clasificación, intercambio y trazabilidad de la información documental en la entidad.

P4. ¿Qué herramientas o medios utiliza actualmente para la gestión documental de los proyectos en su entidad? (selección múltiple)

- ☐ Carpetas físicas (impresos)
- ☐ Correos electrónicos
- ☐ Carpetas compartidas en la nube (Google Drive, OneDrive, etc.)
- ☐ Servidor interno institucional
- ☐ Software de gestión documental (SharePoint, Documentum, etc.)
- ☐ Otros: _____

P5. En su experiencia, ¿qué tan eficiente considera el proceso actual de gestión de información de proyectos? (selección única)

- ☐ Muy eficiente
- ☐ Eficiente
- ☐ Poco eficiente
- ☐ Ineficiente

P6. ¿Con qué frecuencia se presentan problemas por duplicidad, pérdida o desactualización de información en los proyectos? (selección única)

- ☐ Muy frecuentemente
- ☐ Frecuentemente
- ☐ Ocasionalmente

☐ Nunca

P7. ¿Actualmente en la entidad se cuenta con un sistema definido de clasificación y nomenclatura de archivos para los proyectos? (selección única)

☐ Sí, existe y se aplica de manera general en todos los proyectos

☐ Sí, existe, pero su aplicación es parcial o depende del área

☐ No existe un sistema definido; cada área maneja sus propios criterios

☐ No lo sé / No aplica

Sección 3 · Coordinación de proyectos e intercambio de archivos

Esta sección identifica las herramientas, mecanismos y protocolos empleados para la coordinación interdisciplinaria y el intercambio de información entre actores internos y externos.

P8. ¿Qué herramientas utiliza para la planificación y coordinación de proyectos? (selección múltiple)

☐ Microsoft Excel

☐ Microsoft Project

☐ Oracle Primavera

☐ Software BIM con módulo de planificación (Navisworks, Synchro, Revit con plugins, etc)

☐ No se utilizan herramientas específicas para planificación y coordinación

☐ Otros: _____

P9. ¿Cómo se coordinan actualmente los equipos de trabajo en los proyectos? (selección múltiple)

☐ Reuniones presenciales

☐ Reuniones virtuales (Teams, Zoom, Google Meet, etc.)

☐ Correos electrónicos

☐ Plataformas de coordinación y gestión de proyectos (Monday, Trello, ClickUp, Asana, Jir, etc.)

☐ Otros: _____

P10. ¿Qué medios se usan para el intercambio de archivos entre áreas o actores externos? (contratación de proyectos) (selección múltiple)

☐ Correo electrónico

☐ Carpetas compartidas en la nube (Google Drive, OneDrive, etc.)

☐ Servidor institucional

☐ Dispositivos físicos (USB, discos duros, CD/DVD)

☐ Plataformas oficiales de contratación pública (SECOP I / SECOP II)

☐ Plataformas de radicación y correspondencia institucional (ventanillas únicas, Orfeo, etc.)

☐ Entrega física en medio impreso (planos, documentos, anexos en papel)

☐ Otros: _____

P11. ¿Se utilizan actualmente estándares o protocolos definidos para el intercambio de archivos? (selección única)

☐ Sí

☐ No

☐ No lo sé

Sección 4 · Conocimiento y uso de la metodología BIM

Esta sección indaga sobre el nivel de familiaridad con la metodología BIM, la existencia de prácticas asociadas y la madurez institucional frente a sus componentes estructurales.

BIM: La metodología BIM (Building Information Modeling) es una forma de trabajo colaborativa que integra la información de un proyecto en modelos digitales. Más que un software, es un marco técnico y metodológico que facilita la coordinación entre áreas, mejora la gestión de información y optimiza tiempos y costos en el ciclo de vida de los proyectos. Su aplicación suele basarse en estándares como la serie ISO 19650 y empieza a adoptarse progresivamente en entidades públicas y privadas en Colombia.

P12. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la metodología BIM (Building Information Modeling)? (selección única)

- ☐ Nunca he escuchado de BIM
- ☐ He escuchado, pero no lo conozco en detalle
- ☐ Conozco sus fundamentos
- ☐ Tengo experiencia en el uso de BIM

P13. ¿La entidad ha ofrecido capacitaciones o talleres sobre BIM? (selección única)

- ☐ Sí, de manera formal
- ☐ Sí, de manera informal (charlas, socializaciones)
- ☐ No
- ☐ No lo sé

P14. ¿Considera que el uso de BIM podría mejorar la coordinación de proyectos en la entidad? (selección única)

☐ Sí, de forma significativa

☐ Sí, en algunos aspectos

☐ No

☐ No lo sé

CDE: Un Ambiente Común de Datos (CDE) es una plataforma digital centralizada donde se almacena, organiza y gestiona toda la información de los proyectos de manera estructurada. Su objetivo es que diferentes áreas y actores (internos y externos) puedan acceder a los mismos documentos, planos, modelos o cronogramas de forma controlada, evitando duplicidades, pérdidas de información o versiones desactualizadas.

P15. ¿La organización utiliza actualmente un Ambiente Común de Datos (CDE) para centralizar la información de los proyectos? (selección única)

☐ Sí, existe un CDE definido y en uso (BIM 360, Trimble Connect, ProjectWise, Dalux, etc.)

☐ Se tiene una plataforma compartida, pero no cumple con las características de un CDE

☐ No, se utilizan medios tradicionales (correo, carpetas, servidores, USB)

☐ No lo sé

P16. ¿La entidad cuenta con una estrategia de gestión documental para los proyectos? (selección única)

☐ Sí, cuenta con una estrategia propia de la organización

☐ Sí, cuenta con una estrategia alineada con estándares BIM

☐ No cuenta con una estrategia de gestión documental

☐ No lo sé / No tengo conocimiento

P17. ¿La organización utiliza un marco contractual basado en BIM para la gestión de proyectos? (selección única)

- ☐ Sí, utiliza un marco contractual propio de la organización
- ☐ Sí, utiliza un marco contractual alineado con la norma ISO 19650
- ☐ No utiliza un marco contractual BIM
- ☐ No lo sé / No tengo conocimiento

P18. ¿Su organización ha realizado capacitaciones o procesos de formación en metodología BIM recientemente (últimos 3 años)? (selección única)

- ☐ Sí, de manera formal (cursos, diplomados, certificaciones)
- ☐ Sí, de manera informal (charlas, talleres internos, socializaciones)
- ☐ No ha realizado capacitaciones en BIM
- ☐ No lo sé / No tengo conocimiento

Sección 5 · Perspectiva institucional sobre la adopción BIM

Esta sección recoge la valoración del respondiente sobre los factores habilitadores y las barreras percibidas para la incorporación efectiva de la metodología BIM en la gestión de proyectos de infraestructura pública.

P19. ¿Qué considera más importante para implementar BIM en la entidad? (selección múltiple · máximo dos opciones)

- ☐ Capacitación y formación para el personal
- ☐ Definición de estándares y protocolos
- ☐ Adquisición de software y hardware
- ☐ Compromiso directivo

☐ Integración con contratistas externos

P20. ¿Qué principales barreras percibe para la adopción de BIM? (selección múltiple · máximo dos opciones)

☐ Falta de conocimiento o capacitación del personal

☐ Poca oferta institucional o académica de formación en BIM

☐ Limitaciones presupuestales

☐ Resistencia al cambio

☐ Ausencia de lineamientos normativos

☐ Otros: _____

Notas sobre el instrumento: el cuestionario se implementó en la plataforma Google Forms, lo que permitió un despliegue ágil, registro automático de respuestas y posterior consolidación de los datos en un libro de cálculo estructurado por secciones temáticas. La totalidad de las respuestas obtenidas se procesó conservando el anonimato de los participantes; los resultados estadísticos se presentan en el Anexo B (consolidación estadística y análisis descriptivo) y los productos de diagnóstico de madurez en el Anexo C (matriz de brechas frente a la serie ISO 19650 e índices compuestos de madurez BIM).

Para la verificación documental del instrumento aplicado, el cuestionario en línea se encuentra disponible en el siguiente enlace de consulta:

https://docs.google.com/forms/d/13Lt5NdcaHyoeoqyin29oa2pN8k_vybl376Wf9Wq2piU/preview

w

Anexo B. Consolidación estadística y análisis descriptivo de la encuesta diagnóstica

BIM

El presente anexo contiene la consolidación estadística y el análisis descriptivo de los resultados obtenidos mediante el instrumento de recolección de información relacionado en el Anexo A. Comprende la ficha técnica del análisis, los parámetros estadísticos aplicados, los resultados consolidados de cada una de las cinco (5) secciones temáticas del cuestionario que sustentan el procesamiento estadístico. La información se presenta diferenciada por entidad (alcaldía pública municipal y gobernación departamental) y de manera consolidada, con el fin de respaldar las interpretaciones del capítulo de diagnóstico institucional.

Ficha técnica del análisis

Tabla 19

Ficha técnica del análisis estadístico

Componente	Descripción
Tipo de investigación	Estudio descriptivo mediante realización de encuesta de caracterización
Instrumento	Cuestionario estructurado con 20 preguntas distribuidas en cinco secciones
Universo de aplicación	Profesionales y contratistas vinculados a dos entidades públicas territoriales
Tamaño muestral (n)	34 respuestas válidas
alcaldía pública municipal	21 respuestas (61,8 %)
gobernación departamental	13 respuestas (38,2 %)
Técnica de procesamiento	Estadística descriptiva: frecuencias absolutas y relativas, análisis bivariado por entidad
Marco interpretativo	Modelo de Madurez BIM (Succar, 2009) e índices de cumplimiento serie ISO 19650 (ISO, 2018)
Referente comparativo nacional	Encuesta Nacional BIM 2023, 2025 y la Estrategia Nacional BIM 2020–2026

Nota. Datos tomados del procesamiento de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 20*Indicadores síntesis del diagnóstico por entidad y total consolidado*

Indicador	Alcaldía	Gobernación	Consolidado	Lectura
Percepción positiva sobre la eficacia actual de la gestión de información	42,9 %	92,3 %	61,8 %	Medio
Problemas recurrentes de duplicidad, pérdida o desactualización de información	52,4 %	23,1 %	41,2 %	Alto
Uso reportado de un CDE consolidado	0,0 %	0,0 %	0,0 %	Bajo
Conocimiento operativo de la metodología BIM (fundamentos o experiencia)	38,1 %	76,9 %	52,9 %	Medio
Percepción de que BIM mejoraría la coordinación de proyectos	81,0 %	84,6 %	82,4 %	Alto
Capacitación reciente en BIM (últimos 3 años)	9,5 %	46,2 %	23,5 %	Bajo

Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica BIM (2025). La columna

"Lectura" sintetiza la valoración cualitativa del indicador.

Parámetros estadísticos y marco interpretativo

Tabla 21*Parámetros estadísticos aplicados al procesamiento de la encuesta*

Parámetro	Descripción
Frecuencia absoluta (f)	Número total de respuestas para cada categoría de respuesta dentro de una pregunta.
Frecuencia relativa (%)	Proporción de respuestas para cada categoría sobre el total de respondidas (expresada como porcentaje).
Tasa de menciones (multi-respuesta)	Para preguntas de selección múltiple, porcentaje de respondidas que seleccionaron cada opción, sobre el total de la entidad.
Análisis univariado	Análisis de la distribución de cada variable de manera independiente para identificar tendencias dominantes.
Análisis bivariado por entidad	Comparación de la distribución de cada variable entre la alcaldía pública municipal y la gobernación departamental.
Diferencia porcentual relativa	$\Delta(\%) = \%A - \%B$: cuantifica la brecha entre entidades para cada categoría de respuesta.
Índices compuestos	Promedios ponderados de variables relacionadas, normalizados en escala 0–100, para sintetizar la madurez en dominios específicos.

Nota. Datos tomados de Hernández y Mendoza (2018) y la Estrategia Nacional BIM 2020–2026.

Tabla 22

Modelo de Madurez BIM aplicado a la interpretación del diagnóstico

Nivel	Denominación	Características clave en contexto público	Ponderación
a	Inicial	Procesos no formalizados, dependientes de iniciativas individuales, herramientas sencillas y alta dependencia de papel y correo.	20
b	Gestionado	Procesos definidos parcialmente, algún uso de carpetas compartidas y coordinación principalmente reactiva.	40
c	Definido	Procesos estandarizados y documentados, nomenclatura consistente, coordinación mediante reuniones formales y plataformas básicas.	60
d	Cuantitativamente gestionado	Procesos medidos mediante indicadores, uso parcial de CDE y software de planificación integrada, protocolos de intercambio definidos.	80
e	Optimizado	CDE plenamente operativo, cumplimiento integral de ISO 19650, marco contractual BIM, capacitación continua, mejora continua basada en datos.	100

Nota. Datos adaptados de Succar (2009).

Tabla 23

Mapeo del cuestionario con los principios de la serie ISO 19650

Pregunta	Dimensión ISO 19650	Principio relacionado	Indicador derivado	Categoría de madurez
P4. Herramientas de gestión documental	Información	Definición de medios de almacenamiento y trazabilidad documental (ISO 19650-1, 5.4)	Diversidad y formalización del medio	Tecnología
P5. Eficiencia percibida	Información	Calidad y oportunidad de la información (ISO 19650-1, 5.5)	Percepción de eficiencia operativa	Proceso
P6. Problemas de duplicidad/pérdida	Información	Trazabilidad y control de versiones (ISO 19650-1, 12)	Frecuencia de inconsistencias	Proceso
P7. Sistema de clasificación	Información	Estructura y nomenclatura (ISO 19650-2, 5.1.4)	Existencia y aplicación de nomenclatura	Estándar

P8. Herramientas de planificación	Proceso	Planificación de la entrega de información (ISO 19650-2, 5.1)	Madurez de herramientas de programación	Tecnología
P9. Mecanismos de coordinación	Proceso	Equipos y colaboración (ISO 19650-1, 5.6)	Diversidad de canales colaborativos	Proceso
P10. Intercambio de archivos	Proceso	Entrega y aprobación de información (ISO 19650-2, 5.6)	Formalización del intercambio	Estándar
P11. Estándares de intercambio	Estándar	Requisitos de Intercambio de Información — EIR (ISO 19650-2, 5.1.1)	Existencia de protocolos formales	Estándar
P12. Nivel de conocimiento BIM	Personas	Competencias del equipo (ISO 19650-2, 5.1.7)	Conocimiento individual de BIM	Persona
P13. Capacitaciones por la entidad	Personas	Asignación de funciones y formación (ISO 19650-2, 5.1.7)	Esfuerzo institucional en formación	Persona
P14. Percepción de mejora con BIM	Estrategia	Disposición al cambio organizacional	Apertura cultural	Organización
P15. Existencia de CDE	Información	Ambiente común de datos (ISO 19650-1, 12)	Grado de implantación del CDE	Tecnología
P16. Estrategia documental	Estrategia	Plan de gestión de información del proyecto (ISO 19650-2, 5.3)	Existencia y alineación normativa	Organización
P17. Marco contractual BIM	Estrategia	Designación del equipo y EIR (ISO 19650-2, 5.1)	Formalización contractual de BIM	Organización
P18. Capacitaciones recientes	Personas	Competencias actualizadas	Vigencia de la formación BIM	Persona
P19. Factores prioritarios para BIM	Estrategia	Direccionamiento del cliente del proyecto	Foco estratégico institucional	Organización
P20. Barreras percibidas	Estrategia	Identificación de riesgos para la implementación	Riesgos críticos percibidos	Organización

Nota. Datos tomados de ISO (2018)

Tabla 24

Índices compuestos definidos para el diagnóstico (escala 0–100)

Índice	Sigla	Variables que lo integran	Descripción
Índice de Madurez en Gestión Documental	IMGD	P5 eficiencia, P6 problemas (invertido), P7 clasificación	Mide qué tan estandarizada y eficaz es la gestión documental.
Índice de Coordinación e Intercambio	ICI	P8 planificación, P9 coordinación, P10 intercambio, P11 estándares	Refleja el nivel de formalización y diversidad de canales de coordinación e intercambio.
Índice de Conocimiento y Cultura BIM	ICCB	P12 conocimiento, P13 capacitación entidad, P14 percepción, P18 capacitación reciente	Sintetiza el capital humano y la disposición cultural hacia BIM.
Índice de Infraestructura y Gobernanza BIM	IIGB	P15 CDE, P16 estrategia documental, P17 marco contractual	Mide la existencia de habilitadores tecnológicos y contractuales para BIM.
Índice de Madurez BIM Global	IMBG	Promedio aritmético de IMGD, ICI, ICCB e IIGB	Indicador agregado de madurez institucional frente a la metodología BIM.

Nota. Datos adaptados de Succar (2009) e ISO (2018).

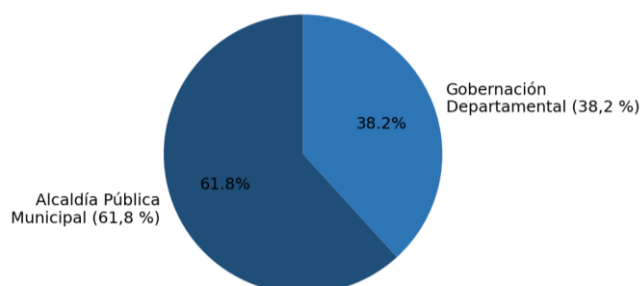
Perfil demográfico y ocupacional – Información general

Tabla 25

Distribución por entidad

Entidad	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
Alcaldía pública municipal	21	61,8 %
Gobernación departamental	13	38,2 %
Total	34	100,0 %

Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Figura 1*Distribución de respuestas por entidad*

Nota. La distribución refleja la representatividad diversa de las dos entidades evaluadas.

Tabla 26*P1. Tipo de vinculación laboral por entidad*

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Carrera administrativa	4	19,0 %	0	0,0 %	11,8 %
Provisionalidad	3	14,3 %	0	0,0 %	8,8 %
Trabajador oficial	0	0,0 %	0	0,0 %	0,0 %
Libre nombramiento y remoción	1	4,8 %	0	0,0 %	2,9 %
Contratista de prestación de servicios	13	61,9 %	13	100,0 %	76,5 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. El predominio de contratistas constituye un factor crítico para la continuidad de la apropiación metodológica.

Tabla 27*P2. Clasificación del cargo por entidad*

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Secretario	0	0,0 %	0	0,0 %	0,0 %
Auxiliar administrativo	2	9,5 %	0	0,0 %	5,9 %
Técnico operativo	2	9,5 %	1	7,7 %	8,8 %
Técnico administrativo	1	4,8 %	2	15,4 %	8,8 %
Profesional universitario	7	33,3 %	6	46,2 %	38,2 %
Profesional especializado	7	33,3 %	4	30,8 %	32,4 %
Líder de programa	0	0,0 %	0	0,0 %	0,0 %
Asesor	1	4,8 %	0	0,0 %	2,9 %
Directivo	1	4,8 %	0	0,0 %	2,9 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La concentración en niveles profesionales aporta validez técnica al diagnóstico.

Tabla 28*P3. Tiempo de experiencia en proyectos de infraestructura pública*

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Menos de 2 años	3	14,3 %	4	30,8 %	20,6 %
2–5 años	6	28,6 %	4	30,8 %	29,4 %
6–10 años	2	9,5 %	2	15,4 %	11,8 %
10–15 años	1	4,8 %	1	7,7 %	5,9 %
Más de 15 años	9	42,9 %	2	15,4 %	32,4 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La diversidad de la experiencia fortalece la triangulación entre saberes institucionales y prácticas recientes.

Sección 2. Procesos de gestión de la información

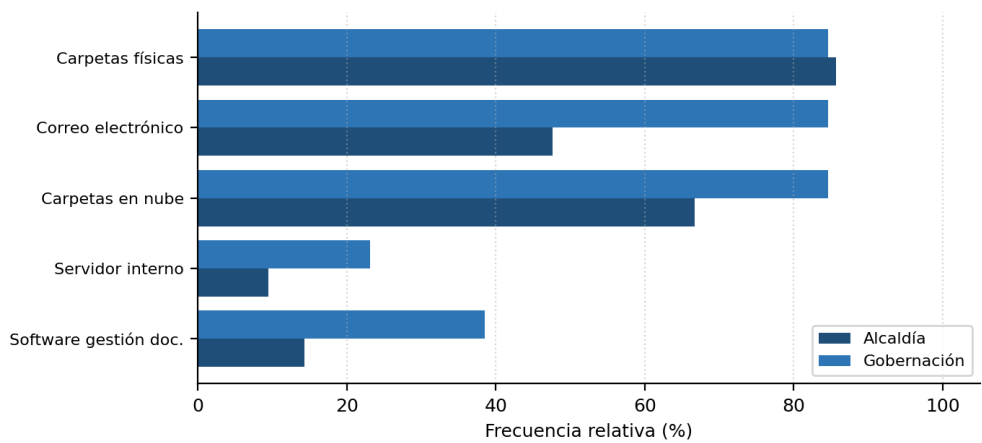
Tabla 29*P4. Herramientas o medios para la gestión documental (respuesta múltiple)*

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Carpetas físicas (impresos)	18	85,7 %	11	84,6 %	85,3 %
Correos electrónicos	10	47,6 %	11	84,6 %	61,8 %
Carpetas compartidas (Google Drive, OneDrive, etc.)	14	66,7 %	11	84,6 %	73,5 %
Servidor interno institucional	2	9,5 %	3	23,1 %	14,7 %
Software de gestión documental (SharePoint, Documentum, etc.)	3	14,3 %	5	38,5 %	23,5 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La alta dependencia del correo y de carpetas compartidas limita la trazabilidad exigida por la ISO 19650-1 (Pisconti, 2025).

Figura 2

Herramientas para la gestión documental por entidad (frecuencia de menciones)



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 30

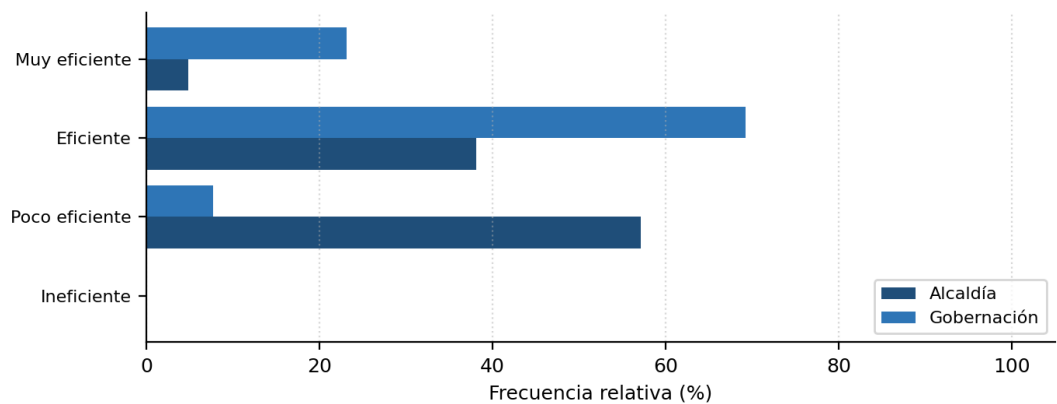
P5. Eficiencia percibida del proceso actual de gestión de información

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Muy eficiente	1	4,8 %	3	23,1 %	11,8 %
Eficiente	8	38,1 %	9	69,2 %	50,0 %
Poco eficiente	12	57,1 %	1	7,7 %	38,2 %
Ineficiente	0	0,0 %	0	0,0 %	0,0 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La autopercepción crítica abre una ventana de oportunidad para introducir mejoras.

Figura 3

Eficiencia percibida del proceso actual de gestión de información



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 31

P6. Frecuencia de problemas por duplicidad, pérdida o desactualización de información

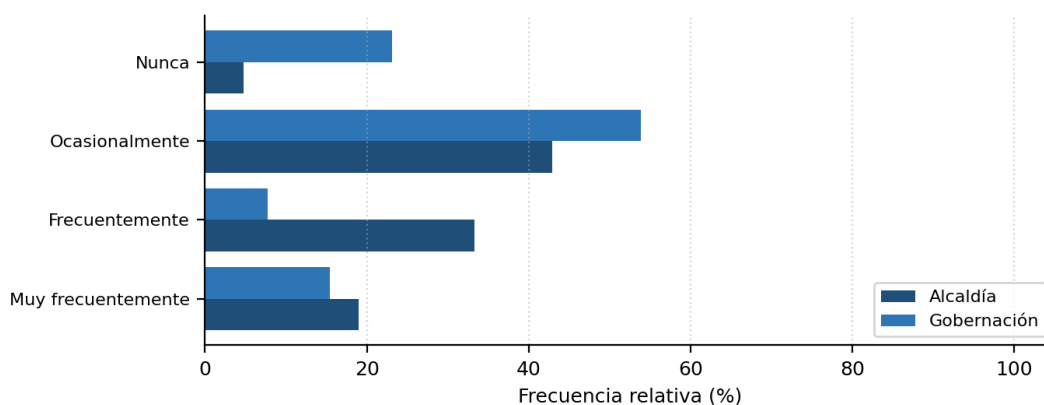
Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Nunca	1	4,8 %	3	23,1 %	11,8 %
Ocasionalmente	9	42,9 %	7	53,8 %	47,1 %
Frecuentemente	7	33,3 %	1	7,7 %	23,5 %
Muy frecuentemente	4	19,0 %	2	15,4 %	17,6 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La concurrencia de respuestas en categorías "frecuentemente" y "muy frecuentemente"

confirma fallas operativas.

Figura 4

Frecuencia de problemas por duplicidad, pérdida o desactualización



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 32

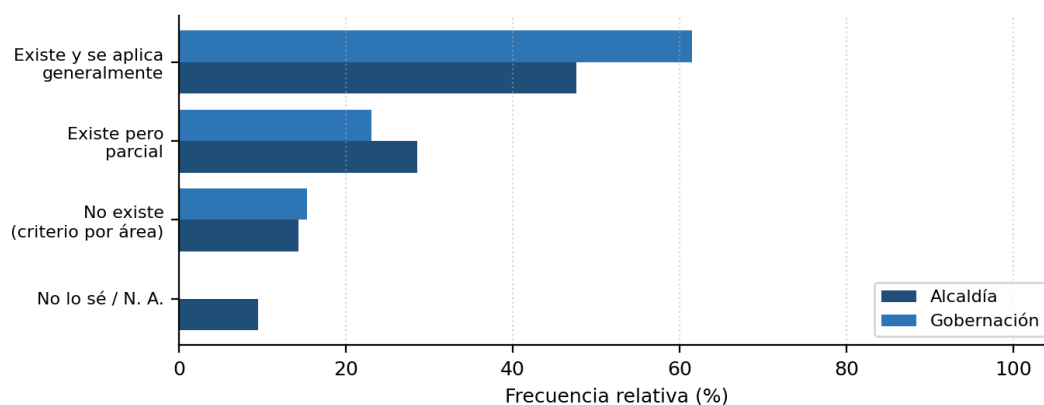
P7. Existencia de sistema de clasificación y nomenclatura de archivos

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Sí, existe y se aplica de manera general en todos los proyectos	10	47,6 %	8	61,5 %	52,9 %
Sí, existe, pero su aplicación es parcial o depende del área	6	28,6 %	3	23,1 %	26,5 %
No existe un sistema definido; cada área maneja sus propios criterios	3	14,3 %	2	15,4 %	14,7 %
No lo sé / No aplica	2	9,5 %	0	0,0 %	5,9 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La aplicación parcial evidencia un déficit estructural frente a la ISO 19650-2 (5.1.4).

Figura 5

Existencia de sistema de clasificación y nomenclatura de archivos



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Sección 3. Coordinación de proyectos e intercambio de archivos

Tabla 33

P8. Herramientas utilizadas para la planificación y coordinación (respuesta múltiple)

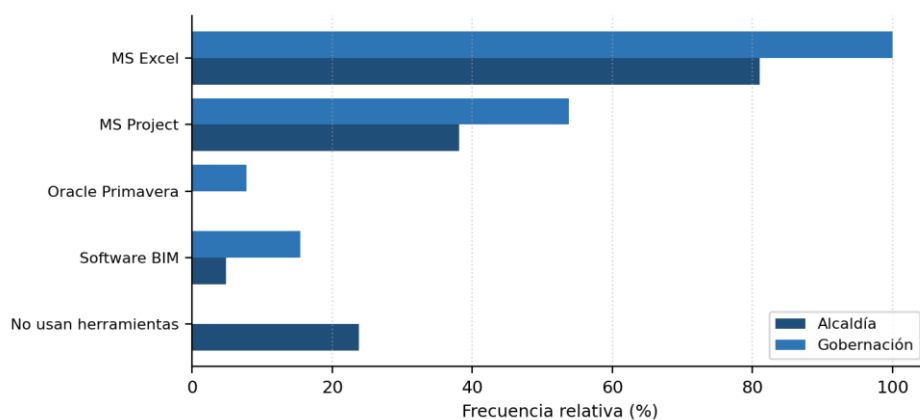
Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Microsoft Excel	17	81,0 %	13	100,0 %	88,2 %
Microsoft Project	8	38,1 %	7	53,8 %	44,1 %
Oracle Primavera	0	0,0 %	1	7,7 %	2,9 %
Software BIM con módulo de planificación (Navisworks, Synchro, Revit con plugins)	1	4,8 %	2	15,4 %	8,8 %
No se utilizan herramientas específicas para planificación y coordinación	5	23,8 %	0	0,0 %	14,7 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. El predominio de Excel y MS Project ubica a las entidades en la fase Pre-BIM o BIM

Etapa 1.

Figura 6

Herramientas utilizadas para la planificación y coordinación



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 34

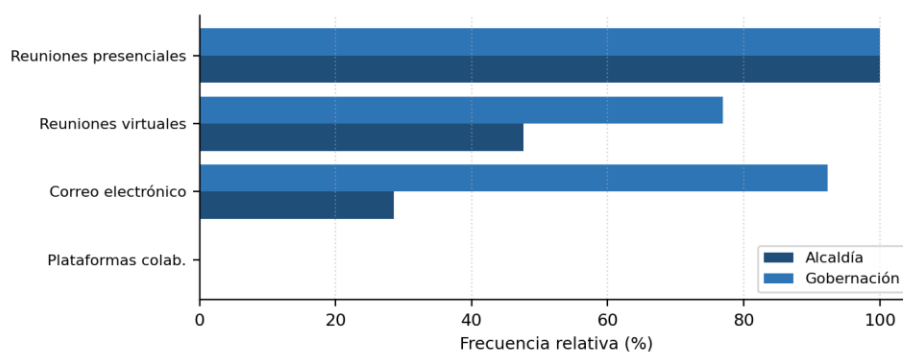
P9. Mecanismos de coordinación entre equipos de trabajo (respuesta múltiple)

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Reuniones presenciales	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %
Reuniones virtuales (Teams, Zoom, Google Meet, etc.)	10	47,6 %	10	76,9 %	58,8 %
Correos electrónicos	6	28,6 %	12	92,3 %	52,9 %
Plataformas de coordinación y gestión de proyectos (Monday, Trello, ClickUp, Asana, Jira)	0	0,0 %	0	0,0 %	0,0 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La marginalidad de plataformas colaborativas limita la trazabilidad de decisiones.

Figura 7

Mecanismos de coordinación entre equipos de trabajo



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 35

P10. Medios para el intercambio de archivos entre áreas o actores externos (respuesta múltiple)

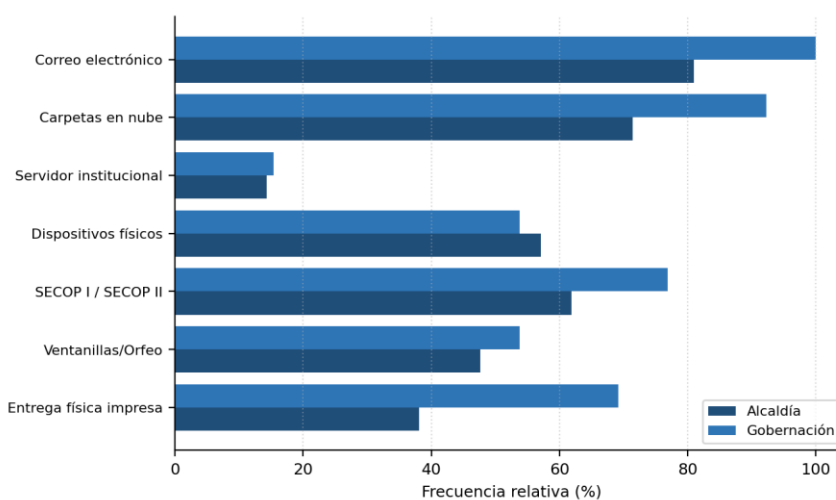
Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Correo electrónico	17	81,0 %	13	100,0 %	88,2 %
Carpetas compartidas en la nube (Google Drive, OneDrive, etc.)	15	71,4 %	12	92,3 %	79,4 %
Servidor institucional	3	14,3 %	2	15,4 %	14,7 %
Dispositivos físicos (USB, discos duros, CD/DVD)	12	57,1 %	7	53,8 %	55,9 %
Plataformas oficiales de contratación pública (SECOP I / SECOP II)	13	61,9 %	10	76,9 %	67,6 %
Plataformas de radicación y correspondencia (ventanillas únicas, Orfeo, etc.)	10	47,6 %	7	53,8 %	50,0 %
Entrega física en medio impreso (planos, documentos, anexos en papel)	8	38,1 %	9	69,2 %	50,0 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La pluralidad de canales obstaculiza la consolidación de un CDE único conforme la ISO

19650-1 (cláusula 12).

Figura 8

Medios para el intercambio de archivos entre áreas y actores externos



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 36

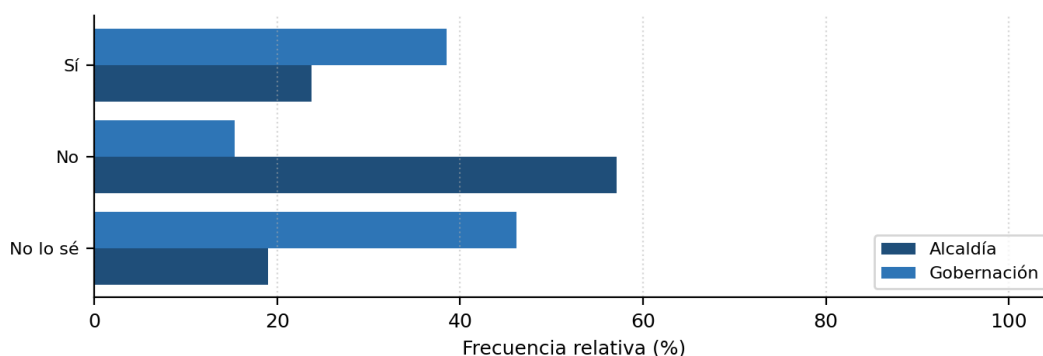
P11. Existencia de estándares o protocolos definidos para el intercambio de archivos

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Sí	5	23,8 %	5	38,5 %	29,4 %
No	12	57,1 %	2	15,4 %	41,2 %
No lo sé	4	19,0 %	6	46,2 %	29,4 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La proporción elevada de respuestas "No" o "No lo sé" dificulta cumplir los EIR previstos por la ISO 19650-2 (5.1.1).

Figura 9

Existencia de estándares o protocolos definidos para el intercambio



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Sección 4. Conocimiento y uso de la metodología BIM

Tabla 37

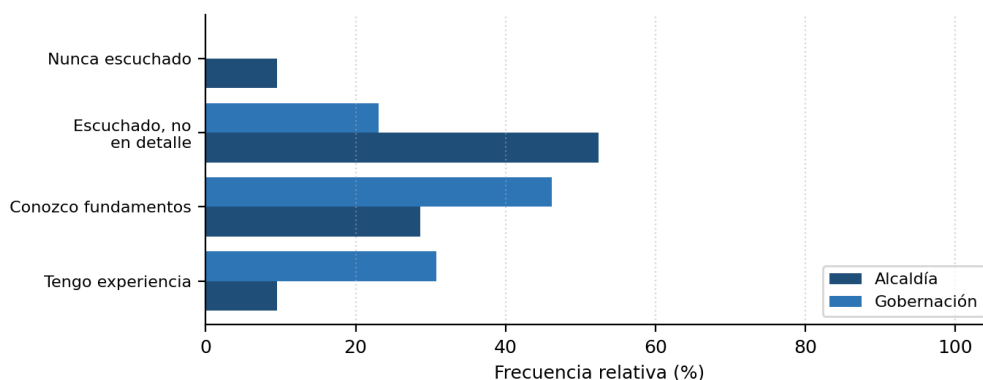
P12. Nivel de conocimiento sobre la metodología BIM

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Nunca he escuchado de BIM	2	9,5 %	0	0,0 %	5,9 %
He escuchado, pero no lo conozco en detalle	11	52,4 %	3	23,1 %	41,2 %
Conozco sus fundamentos	6	28,6 %	6	46,2 %	35,3 %
Tengo experiencia en el uso de BIM	2	9,5 %	4	30,8 %	17,6 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La polarización del conocimiento BIM anticipa la necesidad de estrategias de formación segmentadas.

Figura 10

Nivel de conocimiento sobre la metodología BIM



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 38

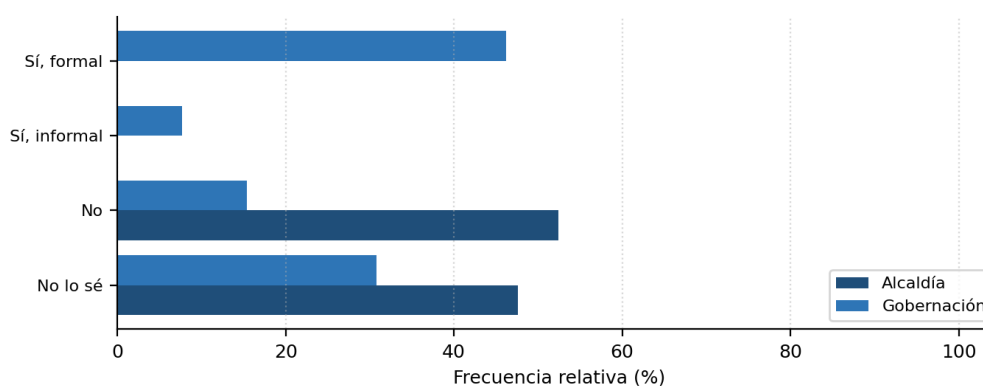
P13. Capacitaciones o talleres sobre BIM ofrecidos por la entidad

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Sí, de manera formal	0	0,0 %	6	46,2 %	17,6 %
Sí, de manera informal (charlas, socializaciones)	0	0,0 %	1	7,7 %	2,9 %
No	11	52,4 %	2	15,4 %	38,2 %
No lo sé	10	47,6 %	4	30,8 %	41,2 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. El vacío de capacitaciones formales contraviene los requisitos de competencias del equipo previstos por la ISO 19650-2.

Figura 11

Capacitaciones o talleres sobre BIM ofrecidos por la entidad



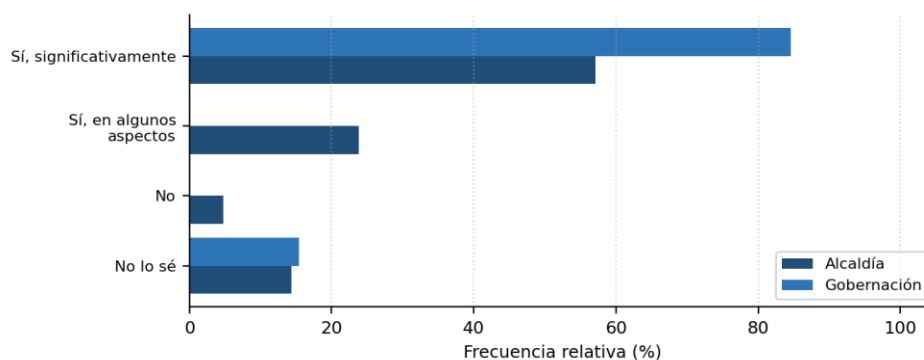
Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 39*P14. Percepción sobre la mejora en coordinación con BIM*

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Sí, de forma significativa	12	57,1 %	11	84,6 %	67,6 %
Sí, en algunos aspectos	5	23,8 %	0	0,0 %	14,7 %
No	1	4,8 %	0	0,0 %	2,9 %
No lo sé	3	14,3 %	2	15,4 %	14,7 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. El amplio consenso sobre el potencial de BIM constituye una condición habilitante

cultural-organizacional.

Figura 12*Percepción sobre la mejora en coordinación con BIM*

Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 40*P15. Uso de un Ambiente Común de Datos*

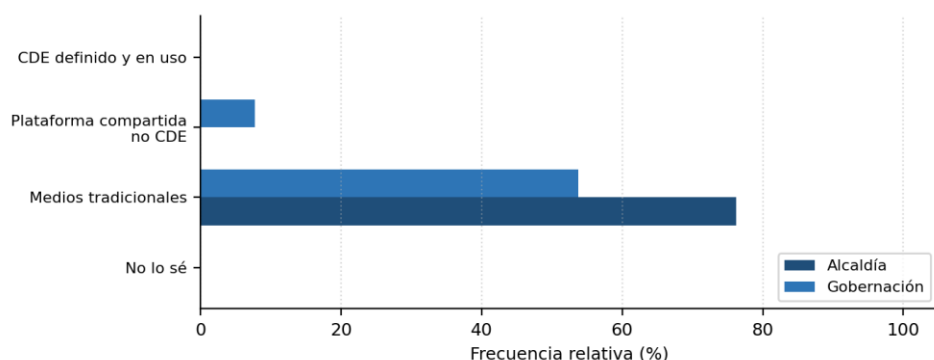
Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Sí, existe un CDE definido y en uso (BIM 360, Trimble Connect, ProjectWise, Dalux, etc.)	0	0,0 %	0	0,0 %	0,0 %
Se tiene una plataforma compartida, pero no cumple con las características de un CDE	0	0,0 %	1	7,7 %	2,9 %
No, se utilizan medios tradicionales (correo, carpetas, servidores, USB)	16	76,2 %	7	53,8 %	67,6 %
No lo sé	5	23,8 %	5	38,5 %	29,4 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La ausencia de un CDE plenamente operativo constituye la brecha más crítica frente a la

ISO 19650-1.

Figura 13

Uso de un Ambiente Común de Datos en las entidades



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 41

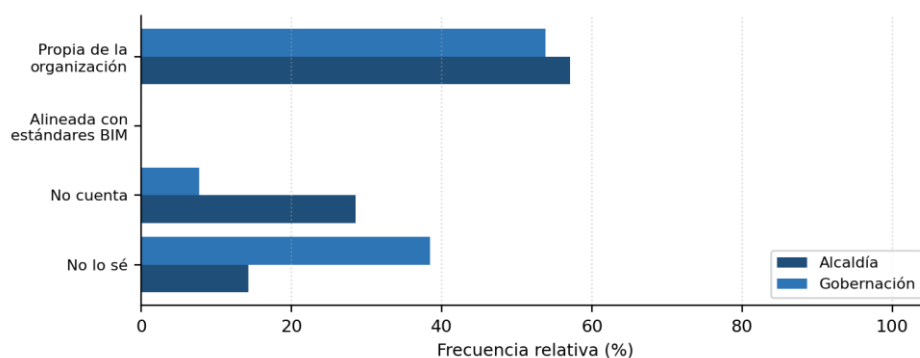
P16. Estrategia de gestión documental para los proyectos

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Sí, cuenta con una estrategia propia de la organización	12	57,1 %	7	53,8 %	55,9 %
Sí, cuenta con una estrategia alineada con estándares BIM	0	0,0 %	0	0,0 %	0,0 %
No cuenta con una estrategia de gestión documental	6	28,6 %	1	7,7 %	20,6 %
No lo sé / No tengo conocimiento	3	14,3 %	5	38,5 %	23,5 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. Las estrategias documentales no se encuentran alineadas con estándares BIM, contrario al enfoque integrado de la ISO 19650-2 (5.3).

Figura 14

Estrategia de gestión documental para los proyectos



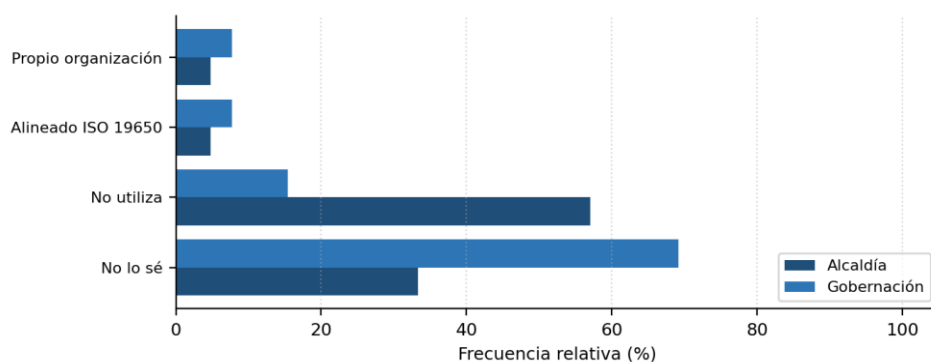
Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 42*P17. Marco contractual basado en BIM*

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Sí, utiliza un marco contractual propio de la organización	1	4,8 %	1	7,7 %	5,9 %
Sí, utiliza un marco contractual alineado con la norma ISO 19650	1	4,8 %	1	7,7 %	5,9 %
No utiliza un marco contractual BIM	12	57,1 %	2	15,4 %	41,2 %
No lo sé / No tengo conocimiento	7	33,3 %	9	69,2 %	47,1 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. El vacío contractual impide formalizar los Requisitos de Información del Cliente

(OIR/AIR/EIR) frente a terceros.

Figura 15*Existencia de marco contractual basado en BIM*

Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 43*P18. Capacitaciones en BIM en los últimos 3 años*

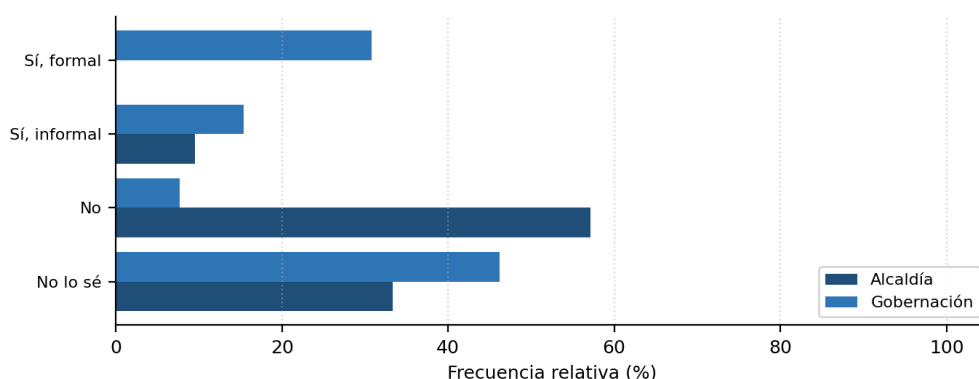
Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Sí, de manera formal (cursos, diplomados, certificaciones)	0	0,0 %	4	30,8 %	11,8 %
Sí, de manera informal (charlas, talleres internos, socializaciones)	2	9,5 %	2	15,4 %	11,8 %
No ha realizado capacitaciones en BIM	12	57,1 %	1	7,7 %	38,2 %
No lo sé / No tengo conocimiento	7	33,3 %	6	46,2 %	38,2 %
Total	21	100,0 %	13	100,0 %	100,0 %

Nota. La capacitación reciente, especialmente formal, presenta valores reducidos en la Alcaldía,

lo que refuerza la urgencia de un programa institucional.

Figura 16

Capacitaciones recientes en BIM (últimos 3 años)



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Sección 5 · Perspectiva institucional sobre la adopción BIM

Tabla 44

P19. Factores prioritarios para implementar BIM (máx. 2 selecciones)

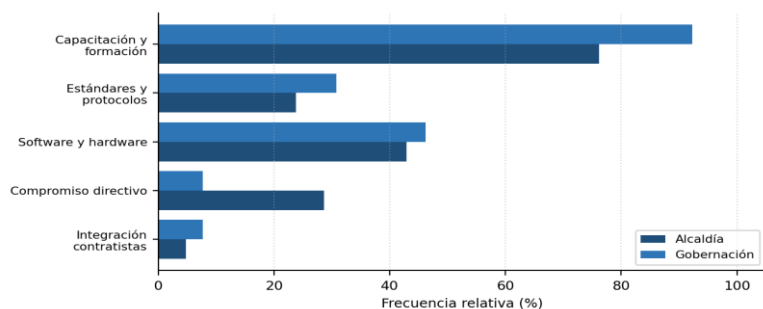
Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Capacitación y formación para el personal	16	76,2 %	12	92,3 %	82,4 %
Definición de estándares y protocolos	5	23,8 %	4	30,8 %	26,5 %
Adquisición de software y hardware	9	42,9 %	6	46,2 %	44,1 %
Compromiso directivo	6	28,6 %	1	7,7 %	20,6 %
Integración con contratistas externos	1	4,8 %	1	7,7 %	5,9 %

Nota: La capacitación, el compromiso directivo y los estándares emergen como factores

prioritarios.

Figura 17

Factores prioritarios para implementar BIM en la entidad



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Tabla 45

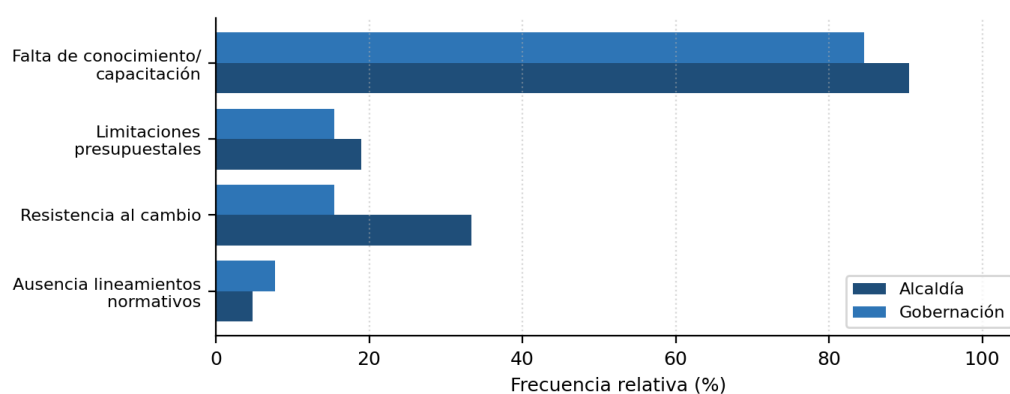
P20. Principales barreras percibidas para la adopción de BIM (máx. 2 selecciones)

Opción de respuesta	f (Alc.)	% (Alc.)	f (Gob.)	% (Gob.)	% Total
Falta de conocimiento o capacitación del personal	19	90,5 %	11	84,6 %	88,2 %
Limitaciones presupuestales	4	19,0 %	2	15,4 %	17,6 %
Resistencia al cambio	7	33,3 %	2	15,4 %	26,5 %
Ausencia de lineamientos normativos	1	4,8 %	1	7,7 %	5,9 %

Nota. La falta de conocimiento y las limitaciones presupuestales son las barreras más recurrentes.

Figura 18

Principales barreras percibidas para la adopción de BIM



Nota. Datos tomados de los resultados de la encuesta diagnóstica (2025).

Anexo C. Matriz de brechas frente a la serie ISO 19650 e índices compuestos de madurez

BIM

El presente anexo contiene los productos analíticos derivados del diagnóstico estadístico expuesto en el Anexo B. Incluye la matriz de brechas frente a los requisitos de la serie ISO 19650, la estimación de índices compuestos de madurez BIM para cada entidad evaluada y una síntesis comparativa que articula los hallazgos por dimensión. Estos instrumentos constituyen el soporte técnico para la formulación de la propuesta de implementación BIM en la Secretaría de Infraestructura Pública Municipal, así como para la definición de las acciones prioritarias planteadas en el capítulo de conclusiones y recomendaciones.

Matriz de brechas frente a la serie ISO 19650

Tabla 46

Matriz de brechas frente a los requisitos de la serie ISO 19650

Requisito ISO 19650	Componentes del cuestionario	Hallazgo del diagnóstico	Estado Alc.	Estado Gob.	Criticidad	Acción prioritaria
ISO 19650-1, 5.4 — Información estructurada y trazable	P4, P5, P6, P7	Predominio de carpetas compartidas y correo, ausencia de software documental especializado, problemas recurrentes de duplicidad y desactualización.	Parcial	Avanzado	Baja	Implementar nomenclatura institucional y repositorio único de documentos técnicos.
ISO 19650-2, 5.1.4 — Convenciones de nomenclatura y clasificación	P7	La aplicación de un sistema de nomenclatura unificado es parcial o inexistente; cada área maneja sus propios criterios.	Parcial	Avanzado	Baja	Definir y publicar un manual de nomenclatura BIM por proyecto y disciplina.
ISO 19650-2, 5.1.1 — Requisitos de	P10, P11	Coexistencia de canales formales e informales de	Insuficiente	Parcial	Media	Formular los EIR como anexo técnico de los

Intercambio de Información (EIR)		intercambio, bajo nivel de estándares formalizados.				procesos contractuales de la entidad.
ISO 19650-1, 12 — Ambiente Común de Datos	P15	No se cuenta con CDE plenamente operativo; predomina el uso de carpetas compartidas o medios tradicionales.	No conforme	No conforme	Alta	Adoptar un CDE con flujos WIP–Shared–Published–Archived y políticas de control de versiones.
ISO 19650-2, 5.3 — Plan de gestión de información del proyecto	P16	La estrategia documental existente, cuando se reporta, no está alineada con estándares BIM.	Insuficiente	Insuficiente	Media	Elaborar un Plan de Ejecución BIM (BEP) institucional y por proyecto.
ISO 19650-2, 5.1 — Designación del equipo y marco contractual	P17	Inexistencia o desconocimiento de un marco contractual BIM; vacío para definir responsabilidades y entregables.	No conforme	Insuficiente	Alta	Incorporar cláusulas BIM en pliegos de condiciones y contratos de consultoría/obra.
ISO 19650-2, 5.1.7 — Competencias y capacidad del equipo	P12, P13, P18	Conocimiento BIM polarizado; capacitaciones formales recientes limitadas.	Insuficiente	Parcial	Media	Diseñar un programa institucional de formación BIM por niveles y por roles.
ISO 19650-1, 5.6 — Colaboración y equipos	P8, P9	Coordinación apoyada en reuniones tradicionales y correo; uso escaso de plataformas colaborativas.	Parcial	Parcial	Media	Adoptar herramientas colaborativas y agendas estructuradas de coordinación interdisciplinaria.
ISO 19650-2, 5.1.2 — Direccionamiento estratégico del cliente	P14, P19	Alta disposición cultural a BIM, pero priorización dispersa entre capacitación, estándares y compromiso directivo.	Parcial	Parcial	Baja	Formalizar el rol de Líder BIM Institucional y publicar la política BIM organizacional.

Nota. Datos tomados de ISO (2018) y los resultados de la encuesta diagnóstica (2025), se

evidencia que las brechas catalogadas como "Alta criticidad" exigen intervención prioritaria.

Índices compuestos de madurez BIM por entidad

Tabla 47

Índices compuestos de madurez BIM por entidad (escala 0–100)

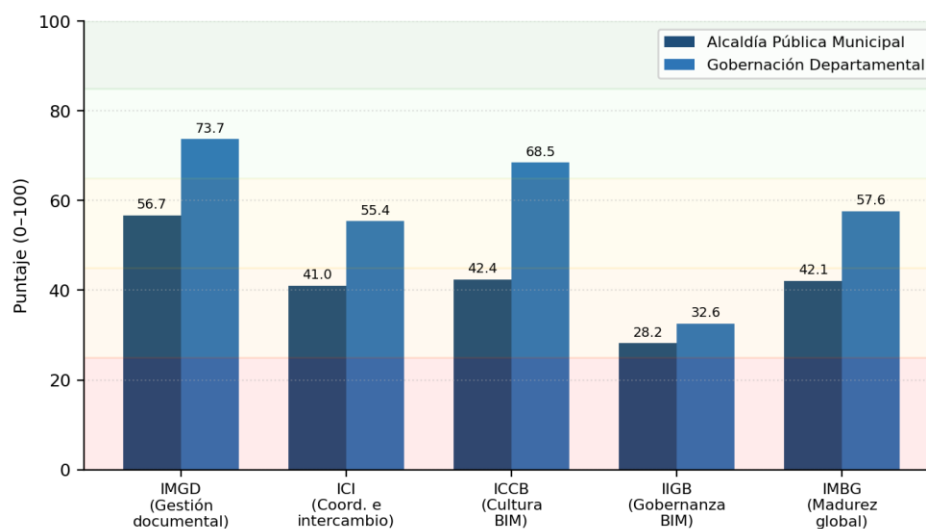
Índice	Sigla	Alcaldía	Gobernación	Consolidado	Nivel de madurez	Brecha A–B
Madurez en Gestión	IMGD	56,7	73,7	63,2	Definido	–17,0
Documental						
Coordinación e Intercambio	ICI	41,0	55,4	46,5	Definido	–14,4
Conocimiento y Cultura BIM	ICCB	42,4	68,5	52,4	Definido	–26,1
Infraestructura y Gobernanza BIM	IIGB	28,2	32,6	29,8	Gestionado	–4,4
Madurez BIM Global	IMBG	42,1	57,6	48,0	Definido	–15,5

Nota. Escala: 0–25 Inicial; 26–45 Gestionado; 46–65 Definido; 66–85 Cuantitativamente

gestionado; 86–100 Optimizado.

Figura 19

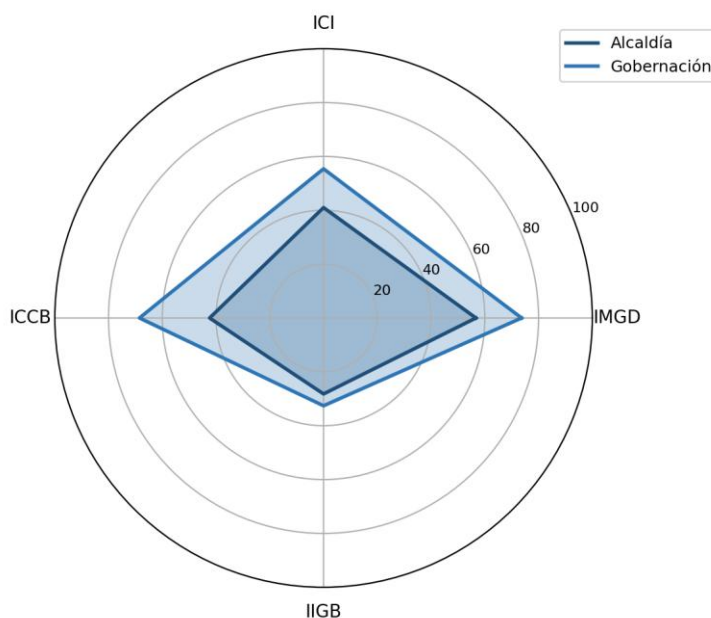
Índices compuestos de madurez BIM por entidad (escala 0–100)



Nota. Las franjas sombreadas en escala de color indican los rangos del modelo de madurez BIM de Succar (2009).

Figura 20

Perfil comparativo de madurez BIM (radar) por entidad



Nota. El gráfico radar evidencia la asimetría entre dimensiones; IIGB constituye la dimensión más rezagada en ambas entidades.

Tabla 48

Puntajes intermedios por variable (escala 0–100)

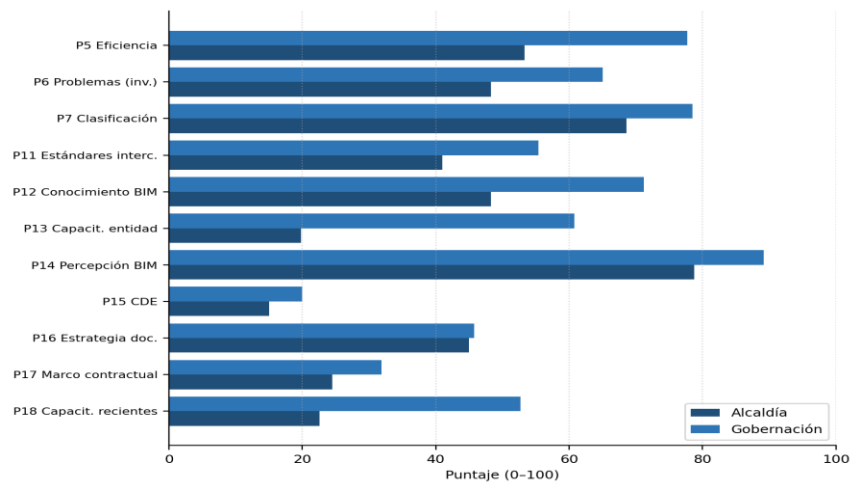
Variable	Dimensión	Alcaldía	Gobernación	Total	Brecha A–B
P5 Eficiencia percibida	Gestión documental	53,3	77,7	62,6	–24,4
P6 Frecuencia de problemas (invertido)	Gestión documental	48,3	65,0	54,7	–16,7
P7 Sistema de clasificación	Gestión documental	68,6	78,5	72,4	–9,9
P11 Estándares de intercambio	Coordinación	41,0	55,4	46,5	–14,4
P12 Conocimiento BIM	Cultura BIM	48,3	71,2	57,1	–22,9
P13 Capacitaciones por la entidad	Cultura BIM	19,8	60,8	35,4	–41,0
P14 Percepción de mejora con BIM	Cultura BIM	78,8	89,2	82,8	–10,4
P15 CDE	Gobernanza BIM	15,0	20,0	16,7	–5,0
P16 Estrategia documental	Gobernanza BIM	45,0	45,8	45,3	–0,8
P17 Marco contractual BIM	Gobernanza BIM	24,5	31,9	27,4	–7,4

P18 Capacitaciones recientes	Cultura BIM	22,6	52,7	34,1	-30,1
------------------------------	-------------	------	------	------	-------

Nota. La normalización 0–100 permite agregar variables con escalas heterogéneas mediante promedios ponderados.

Figura 21

Perfil comparativo de madurez BIM (radar) por entidad



Nota. La gráfica evidencia las variables con mayor brecha entre entidades (P13, P18, P12 y P5).

Síntesis comparativa del diagnóstico

Tabla 49

Comparación general entre entidades por dimensión del diagnóstico

Dimensión	Alcaldía pública municipal	Gobernación departamental	Hallazgo comparativo
Perfil de la muestra	21 respuestas, predominio de contratistas de prestación de servicios.	13 respuestas, vinculación más diversificada.	Ambas entidades comparten una alta proporción de contratistas, lo cual condiciona la continuidad del conocimiento institucional.
Gestión documental (IMGD)	57/100 — Definido	74/100 — Cuant. gestionado	La gestión documental presenta debilidades estructurales en ambas entidades, con problemas recurrentes de duplicidad y nomenclatura no estandarizada.
Coordinación e intercambio (ICI)	41/100 — Gestionado	55/100 — Definido	La formalización de estándares de intercambio es limitada y los canales de coordinación se apoyan en herramientas tradicionales.
Conocimiento y cultura BIM (ICCB)	42/100 — Gestionado	69/100 — Cuant. gestionado	Existe alta disposición cultural hacia BIM, pero la base de conocimiento técnico aún es heterogénea.

Infraestructura y gobernanza (IIGB)	28/100 — Gestionado	33/100 — Gestionado	La gobernanza BIM, incluida la existencia de CDE y marco contractual, constituye la mayor brecha frente a la ISO 19650.
Madurez BIM Global (IMBG)	42/100 — Gestionado	58/100 — Definido	El conjunto de hallazgos posiciona a las entidades en estadios iniciales–gestionados, con condiciones favorables para una adopción progresiva guiada.

Nota. La síntesis articula los resultados estadísticos del Anexo B con la lectura cualitativa del modelo de madurez.

Tabla 50

Hallazgos críticos del diagnóstico institucional

Hallazgo	Descripción
Fragmentación documental	El correo electrónico y las carpetas compartidas constituyen el principal soporte documental, sin un repositorio institucional único, lo que rompe la trazabilidad exigida por la ISO 19650-1.
Ausencia de Ambiente Común de Datos	La proporción de respondientes que afirma usar un CDE estructurado es marginal; predomina el uso de medios tradicionales (correo, carpetas compartidas, USB).
Nomenclatura inconsistente	La aplicación parcial o ausente de un sistema de nomenclatura unificado obstaculiza la interoperabilidad entre áreas y disciplinas.
Baja institucionalización del conocimiento BIM	Aunque existe disposición cultural hacia BIM, las capacitaciones formales recientes son limitadas y el conocimiento se distribuye de manera heterogénea.
Vacío contractual	La inexistencia o el desconocimiento de marcos contractuales BIM impide formalizar los Requisitos de Intercambio de Información en los procesos licitatorios.
Coordinación apoyada en canales tradicionales	Las reuniones presenciales, virtuales y el correo siguen siendo el eje de la coordinación, con uso minoritario de plataformas colaborativas integradas.
Disposición institucional al cambio	La percepción positiva sobre la utilidad de BIM en ambas entidades configura una ventana de oportunidad para iniciar una adopción progresiva con liderazgo institucional.

Nota. Los hallazgos sirven de insumo directo para la formulación de los lineamientos del

Capítulo 7.

En conjunto, los productos analíticos presentados en este anexo permitieron triangular los resultados estadísticos del Anexo B con los principios estructurales de la serie ISO 19650 y el

modelo de madurez BIM de Succar (2009), proporcionando la evidencia técnica que fundamenta la propuesta de implementación BIM formulada en el cuerpo principal de la tesis.