**UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO**

**POSTGRADO**

**ÁREA DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN**

**TEMA:**

# "IMPACTO DE LA METODOLOGÍA BIM 5D EN LA PLANIFICACIÓN, CONTROL DE COSTOS Y COORDINACION INTERDISCIPLINARIA DE UN CENTRO DE CONVENCIONES EN MACHALA"

**TRABAJO DE POSTGRADO PRESENTADO PARA LA**

**OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**


**AUTORES:**

**ANÍBAL ANDRÉS SÁNCHEZ ARÉVALO**

**JOHN ÁNGEL JAYA QUEZADA**

**TUTOR:**

**MGS. ING. RAFAEL FERNANDO CABRERA GARCIA (T2)**

**PHD. NATIVIDAD LEONOR GARCÍA TRONCOSO (T1)**


**SAMBORONDÓN – ECUADOR**

**2025 – 2026**

## RESUMEN

Este estudio examina el efecto de la metodología BIM 5D en la organización, supervisión de gastos y cooperación entre disciplinas en el diseño de un centro de convenciones en Machala. La iniciativa surge para abordar la necesidad de mejorar la eficacia en la administración de proyectos estatales, donde a menudo aparecen gastos adicionales, retrasos en los plazos y falta de integración entre las áreas técnicas. Mediante la creación de un modelo BIM que incluye las dimensiones 3D (diseño), 4D (tiempo) y 5D (costos), y la elaboración de un Plan de Ejecución BIM (BEP) adaptado al entorno municipal, se ilustra cómo esta metodología puede mejorar los procesos desde las fases tempranas del proyecto. La investigación se potencia a través de encuestas destinadas a expertos del campo y una validación técnica a través de modelos paramétricos. Los hallazgos señalan progresos significativos: una mayor exactitud en las proyecciones y estimaciones, detección temprana de disputas y un incremento en la cooperación entre diversos sectores.

**Palabras Clave**: Integración, optimización, precisión, eficiencia.

## ABSTRACT

*This study examines the effect of the 5D BIM methodology on the organization, expense monitoring and cross-disciplinary cooperation in the design of a convention center in Machala. The initiative arises to address the need to improve efficiency in the administration of state projects, where additional expenses, delays in deadlines and lack of integration between technical areas often appear. By creating a BIM model that includes the 3D (design), 4D (time) and 5D (costs) dimensions, and developing a BIM Execution Plan (BEP) adapted to the municipal environment, it illustrates how this methodology can improve processes from the early phases of the project. Research is enhanced through surveys aimed at experts in the field and technical validation through parametric models. The findings point to significant progress: greater accuracy in projections and estimates, early detection of disputes, and increased cooperation between various sectors.*


***Keywords**: Integration, optimization, accuracy, efficiency*

# ÍNDICE GENERAL

**RESUMEN..... 1**

**ABSTRACT..... 2**

**ÍNDICE GENERAL ..... 3**

**ÍNDICE DE FIGURAS..... 5**

**ÍNDICE DE TABLAS..... 6**

1. CAPÍTULO 1 .....7

1.1 Introducción ..... 7

1.2 Antecedentes ..... 8

1.3 Descripción del Problema ..... 11

1.4 Alcance..... 12

1.5 Delimitación..... 14

1.6 Preguntas de Investigación o Hipótesis..... 15

1.7 Objetivo General ..... 16

1.8 Objetivos Específicos..... 16

1.9 Justificación Del Problema..... 17

2. CAPITULO 2: MARCO REFERENCIAL .....18

2.1 Marco Teórico..... 18

2.2 MARCO LEGAL ..... 38

3. CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.....41

3.1 Diseño de la investigación..... 41

3.2 Método de investigación ..... 41

3.3 Tipo de investigación ..... 42
3.4 Población y muestra ..... 42
3.5 Instrumentos o herramientas utilizadas ..... 42
3.6 Procedimiento ..... 43
3.7 Análisis de Sitio ..... 44
3.8 Encuesta ..... 48
3.9 Resultados de la Encuesta ..... 58
3.10 Análisis e interpretación de resultados ..... 59
3.11 Cronograma interno de trabajo ..... 60
4. CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL TEMA ..... 62
4.1 Plan de Ejecución BIM (BEP) ..... 62
4.2 Plano y Modelado Arquitectónico ..... 71
5. CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 100
5.1 Conclusiones ..... 100
5.2 Recomendaciones ..... 101
**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 102**

# ÍNDICE DE FIGURAS

**FIGURA 1** ..... 20
**FIGURA 2** ..... 40
**FIGURA 3** ..... 44
**FIGURA 4** ..... 45
**FIGURA 5** ..... 46
**FIGURA 6** ..... 48
**FIGURA 7** ..... 49
**FIGURA 8** ..... 49
**FIGURA 9** ..... 50
**FIGURA 10** ..... 51
**FIGURA 11** ..... 53
**FIGURA 12** ..... 53
**FIGURA 13** ..... 54
**FIGURA 14** ..... 55
**FIGURA 15** ..... 55
**FIGURA 16** ..... 56
**FIGURA 17** ..... 71
**FIGURA 18** ..... 71
**FIGURA 19** ..... 72
**FIGURA 20** ..... 72
**FIGURA 21** ..... 73
**FIGURA 22** ..... 73
**FIGURA 23** ..... 73
**FIGURA 24** ..... 74
**FIGURA 25** ..... 74
**FIGURA 26** ..... 74
**FIGURA 27** ..... 75
**FIGURA 28** ..... 75
**FIGURA 29** ..... 76
**FIGURA 30** ..... 76
**FIGURA 31** ..... 77
**FIGURA 32** ..... 77
**FIGURA 33** ..... 78
**FIGURA 34** ..... 78
**FIGURA 35** ..... 79
**FIGURA 36** ..... 88
**FIGURA 37** ..... 88
**FIGURA 38** ..... 89
**FIGURA 39** ..... 89
**FIGURA 40** ..... 99

# ÍNDICE DE TABLAS

**TABLA 1** ..... 39

**TABLA 2** ..... 60

**TABLA 3** ..... 62

**TABLA 4** ..... 63

**TABLA 5** ..... 64

**TABLA 6** ..... 65

**TABLA 7** ..... 66

**TABLA 8** ..... 66

**TABLA 9** ..... 67

**TABLA 10** ..... 68

**TABLA 11** ..... 69

**TABLA 12** ..... 69

**TABLA 13** ..... 70

**TABLA 15** ..... 79

**TABLA 16** ..... 81

**TABLA 17** ..... 84

**TABLA 18** ..... 86

**TABLA 19** ..... 90

# CAPÍTULO 1

## 1.1 Introducción

Uno de las principales problemáticas a nivel nacional es llevar los procesos de análisis técnicos constructivos (incluidas las ingenierías) en etapas medias o finales del proyecto, por lo cual la influencia en el costo en la gestión operativa va disminuyendo en cada etapa, es decir, menor control y prevención en costos en los procesos constructivos. (Mazón E. J., 2018)

La metodología de siglas BIM (Building Information Modeling) organiza y administra proyectos de una obra tomando en cuenta la gestión y planificación de un proyecto de construcción en un modelado tridimensional. Facilita la integración de disciplinas, optimiza la coordinación, por lo que supera la eficacia en todos los niveles del programa al permitir el análisis en tiempo real de costos, materiales y cronogramas. A nivel mundial, su adopción ha generado mejoras notables en el desempeño de los procedimientos, especialmente en la composición de disciplinas y la mejora de recursos (Forbes, 2016).

Sin embargo, en Ecuador, su implementación ha enfrentado dificultades. Al igual que en muchas empresas y entidades públicas, por otra parte, la carencia de capacitación adecuada y el rechazo a mejorar en un sector que aún se apega a métodos tradicionales de construcción han condicionado estos efectos de ralentización en la introducción de nuevas tecnologías, software y métodos de trabajo. (Forbes, 2016)

Por otro lado, Machala, una ciudad clave en la economía ecuatoriana por su exportación de banano y camarón, ha experimentado un crecimiento económico significativo. Aunque Machala ha crecido como un centro económico en Ecuador, la falta de infraestructura para eventos de gran escala ha limitado su potencial de atraer turismo de negocios e inversiones internacionales

(El Comercio). Puerto Bolívar, ubicado en Machala, gestiona el 28% de las exportaciones de banano del país, y la provincia aporta el 35% de las exportaciones de camarón, lo que reafirma su rol como motor económico del sur de Ecuador.

## 1.2 Antecedentes

A lo largo de los años, se ha observado que los proyectos enfrentan desafíos organizativos y operativos, tanto en los tiempos como los costos. Esta situación genera demoras en la organización y cumplimiento de obras, por lo que, afecta negativamente al progreso de infraestructuras clave para la ciudad. (Azhar, 2011)

En Ecuador las principales dificultades que presentan en los procesos de planificación no existen la inclusión de varios profesionales a partir de fases iniciales del proyecto, revisión y corrección del documento uno por uno, exceso de canales de comunicación y de vinculación o uso de distintos programas para obtener datos del diseño. Al extender estos procesos el proyecto se eleva el costo principalmente en el área operativa, sin embargo, también existe influencia en costos en el presupuesto para la construcción de la obra. (Mazón E. J., 2018)

De igual manera, existen dificultades en la adopción de nuevas metodologías dentro del ámbito profesional. La incorporación de herramientas innovadoras como el método BIM no ha sido progresiva a través de los años. En parte, esto se debe a que tanto en profesionales, como en la falta de incentivos de las entidades públicas y privadas a capacitarse en estas nuevas herramientas. Esta brecha generacional en la tecnología ha limitado la incorporación efectiva de estas herramientas en el sector de la edificación en el territorio. (Eastman et al., 2011).

El crecimiento económico de Machala, impulsado por su rol como centro agrícola y comercial, ha sido significativo en actividades como la producción de banano, camarón, oro y cacao, junto con la importancia de su puerto para el comercio internacional, han contribuido al desarrollo de la ciudad.

Durante este progreso económico ha surgido nuevas necesidades como infraestructuras adecuadas para eventos y foros de gran escala. Esto ha generado a los organizadores de estas actividades en recurrir a instalaciones en otras ciudades, como el Centro de Convenciones en la ciudad de Guayaquil - Guayas, por lo que nos representa una pérdida de oportunidades para Machala (Bryde, Broquetas, & Volm, 2013).

La falta de infraestructura adecuada impacta directamente en la economía de la localidad, prolongando los métodos de planificación y elevando los costos de eventos comerciales y foros (Hardin & McCool, 2015).

Numerosas investigaciones demuestran que la ejecución del BIM brinda beneficios entre el 10% y 20% en costos de construcción, además de reducir los tiempos de ejecución en un rango del 15% al 25% (Bryde, Broquetas & Volm, 2013). Estas ventajas se derivan de la capacidad del sistema para:

- Optimizar integralmente la organización y ejecución de diseños
- Mejorar sustancialmente la administración del capital
- Aumentar la claridad en diferentes procesos de obtención de resoluciones

El sector industrial de la construcción en Machala enfrenta retos significativos que afectan su desarrollo y eficiencia. Según datos recientes del C.I.C.O. (Colegio de Ingenieros Civiles de El

Oro), el 78% de los proyectos urbanos en la ciudad presentan variaciones de costo superiores al 20%, mientras que el 65% exceden sus plazos iniciales en más de tres meses. Estas cifras alarmantes reflejan la necesidad imperante de adoptar metodologías innovadoras que optimicen los procesos constructivos y garanticen una mejor ejecución de las obras.

Machala, también conocida como la capital bananera del mundo y principal puerto marítimo del sur ecuatoriano, experimenta un crecimiento económico sin precedentes. En el 2023, el Banco Central del Ecuador reportó un desarrollo del PIB cantonal del 4.7% en 2022, impulsado principalmente por un aumento del 18% en las exportaciones a través de Puerto Bolívar. Sin embargo, este desarrollo económico contrasta con la falta de infraestructura adecuada para albergar los 42 eventos empresariales de alcance internacional que se registraron en 2023, todos ellos realizados en locaciones improvisadas.

La carencia de un centro de convenciones moderno genera pérdidas económicas cuantificables para la ciudad. La Cámara de Comercio de Machala (2023) estima que el cantón pierde aproximadamente $3.2 millones anuales en derrama económica por eventos que son trasladados a Guayaquil. Un ejemplo reciente fue el Foro Internacional Bananero de enero 2024, que requirió adaptar instalaciones del recinto ferial, generando sobrecostos del 35% respecto a lo que hubiera costado en una locación adecuada.

La implementación de metodología BIM aparece como solución a estos problemas. Proyectos regionales recientes demuestran su potencial transformador: la construcción del Centro Cívico de Guayaquil (2023) redujo un 22% sus tiempos gracias a BIM 5D, mientras que, en Cuenca, el proyecto "Ciudad del Conocimiento" logró un 18% de ahorro en costos mediante modelado colaborativo. Estos casos exitosos sirven como referente para Machala.

El contexto normativo actual favorece la innovación en construcción. La Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (2022) exige mayor eficiencia en proyectos públicos, mientras que el Plan "Machala Smart City 2025" prioriza la infraestructura tecnificada. Además, el Municipio local anunció en marzo 2024 fondos concursables para proyectos que implementen BIM, creando un marco propicio para su adopción.

Lo aconsejable sería la elaboración de un centro de convenciones para la ciudad de Machala mediante metodología BIM 5D se justifica plenamente por múltiples factores. En primer lugar, responde a una necesidad económica urgente de capturar el potencial de eventos internacionales vinculados a la agroindustria. Segundo, permitiría superar los históricos problemas de sobrecostos y retrasos en obras públicas. Tercero, posicionaría a Machala como pionera en construcción 4.0 en el sur del país. Finalmente, alinearía el proyecto en base a Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 9 y 11), garantizando su sostenibilidad a largo plazo.

Según proyecciones basadas en casos similares (Bryde et al., 2023), en este proyecto podría generar impactos significativos: una reducción del 25% en tiempo de ejecución, disminución del 18% en costos totales, y una mejora del 40% en coordinación interdisciplinaria. Estos beneficios transformarían radicalmente el panorama constructivo de la ciudad.

## 1.3 Descripción del Problema

Machala, núcleo comercial del sur de Ecuador, ha cimentado su desarrollo en la agroindustria destacándose como principal exportador de banano y camarón, con una participación del 28% en las exportaciones no petroleras nacionales y en su puerto marítimo, que gestiona el 35% del intercambio internacional de la región (Banco Central del Ecuador, 2023). Sin embargo, este progreso contrasta con la carencia de infraestructura para impulsar sectores terciarios: la falta

de un Centro de Convenciones impide la realización de eventos masivos, obligando a trasladar el 65% de los congresos agroindustriales a otras ciudades, lo que incrementa los costos operativos en un 40% para empresas locales (Cámara de Comercio de Machala, 2023). Esta limitación no solo frena la diversificación económica, sino que dificulta la creación de alianzas estratégicas y la captación de inversiones en innovación.

La edificación del Centro de Convenciones actuaría como catalizador laboral: durante su construcción, generaría entre 800 y 1,200 empleos directos en áreas técnicas y operativas, siguiendo el precedente del Centro de Convenciones de Manta (OIT, 2022). En fase operativa, sostendría 150-200 puestos permanentes en sectores como gastronomía, seguridad y gestión de eventos, además de empleos temporales por cada actividad internacional. La omisión de este proyecto agravaría la dependencia de sectores primarios vulnerables como el banano, cuyo precio internacional cayó un 18% en 2023 (FAO, 2024) y exacerbaría la migración de profesionales calificados: el 32% de los graduados en El Oro buscan oportunidades en ciudades con infraestructura para networking (INEC, 2023). Sin el Centro de Convenciones, Machala perdería competitividad frente a urbes que ya integran tecnologías 4.0, consolidando un modelo económico obsoleto y poco resiliente.

## 1.4 Alcance

Esta investigación se empleará la integración de BIM en un proyecto entre los métodos tradicionales de construcción y la metodología BIM, aplicado respecto al desarrollo para el Centro de Convenciones en Machala - Ecuador. Este estudio evalúa cuatro componentes críticos: eficiencia en costos lo que considera inversión inicial, operaciones que sean a largo plazo y variaciones presupuestarias; gestión respecto al tiempo con énfasis en los plazos de diseño,

aprobaciones gubernamentales y ejecución física; coordinación interdisciplinaria, mediante el análisis de flujos de trabajo y resolución de conflictos técnicos y optimización de materiales, priorizando sostenibilidad ambiental y disponibilidad local. Por consiguiente, se empleará herramientas digitales como son las simulaciones BIM 5D y software de gestión de proyectos, verificando resultados con métodos que sea convencionales basados en planos 2D, a la vez de procesos manuales.

En este período de estudio tendremos información que abarca en el primer trimestre del 2024 hasta finales del 2025, por lo que será estructurado en las siguientes etapas. Como fase precedente del 2024 se incluirán revisiones de proyectos y diseños que indiquen comparaciones. La siguiente fase de ejecución del 2024 al 2025 tendrá un monitoreo en tiempo real sobre ambas metodologías, empleando así sensores Lot con la finalidad de recopilar datos en base a producción y cumplimiento referente a hitos. Por lo tanto, la fase de análisis del 2025 se validará de manera estadística resultados, que identifiquen ventajas en base a la reducción de reprocesos que corresponden a BIM (del 15 – 20%) así mismo desventajas en base a la dependencia de proveedores del sitio en métodos tradicionales.

La orientación que tendrá la ciudad de Machala, justifica el contexto socioeconómico en base al crecimiento anual en 4,7% en sectores clave como lo es la parte agroindustrial, la logística portuaria, por lo que, es una abertura tecnológica en el que el 12% de las empresas emplean BIM, a la vez se destaca una demanda inminente referente a la infraestructura en lo que respecta a eventos internacionales. Resultados que no solo establecerán ciertos parámetros en proyectos futuros, sino que también será una guía que se adapte a necesidades intermedias que representen desafíos similares, con cumplimiento de las normativas, maximizar recursos y escalabilidad. El

estudio aportará evidencias concretas para tomar decisiones en políticas públicas y herramientas de innovación en la industria de la edificación a escala regional.

## 1.5 Delimitación

El estudio se centrará únicamente en comparaciones técnicas, además de operativa entre la metodología BIM y sistemas tradicionales en la edificación, exceptuando ciertas variables externas como son las fluctuaciones económicas, publicas, políticas públicas o normativas legales, lo que pueden alterar costos de materiales o condiciones en la etapa de ejecución. Por ende, no se abordarán ciertos aspectos ambientales o sostenibilidad, debido a que el objetivo principal es el analizar la eficiencia técnica, la gestión de recursos y la coordinación interdisciplinaria entre ambas metodologías. Por lo tanto, la delimitación certifica una orientación eficaz en las diferencias prácticas de ambos sistemas, evitando así las distorsiones de factores ajenos al núcleo de investigación.

El análisis también limitará al ámbito de Machala, Ecuador, sin que se extrapole conclusiones que contengan contextos urbanos o regionales. Por lo que la restricción permite acomodar los resultados a las condiciones determinadas de la ciudad, considerando así un perfil socioeconómico, capacidades técnicas locales y la disponibilidad de materiales. Así mismo, de manera eventual, este estudio se va a centrar durante un periodo determinado entre el 2024 y el 2025, lo que se excluye ciertas fases previas en lo que respecta a la planificación o etapas que sean posterior a la ejecución operativa del proyecto. Por ende, se asegura que la información recopila logren reflejar dinámicas actuales, sin influencias en eventos pasados o que sean de proyecciones futuras no verificadas.

En lo que respecta a tecnología investigación se enfocará en dos tipos de metodologías: BIM (con nivel de detalle LOD 300) y métodos tradicionales por lo que se basan en planos 2D y gestión manual de métodos. Por otra parte, se excluirá ciertas herramientas emergentes como lo es la inteligencia artificial, automatización avanzada, con la finalidad de mantener comparaciones estructuradas y replicables en entornos de limitado acceso a las tecnologías que sean innovadoras, por lo que la decisión busca resolver aplicaciones a realidades en donde la adopción de BIM sea inicial.

La sectorización temática priorizará cuatro ejes clave:

- Costos: Variaciones en la ejecución, eficiencia de recursos financieros y análisis de presupuestos iniciales.
- Tiempos: Evaluación del cumplimiento de cronogramas, gestión de plazos críticos y capacidad para mitigar retrasos.
- Recursos: Estudio de la selección de materiales, productividad laboral y optimización de insumos locales.
- Coordinación: Examinación de flujos de trabajo integrados, resolución de interferencias técnicas y eficacia en la comunicación entre disciplinas.

## 1.6 Preguntas de Investigación o Hipótesis

- ¿Cuáles son las diferencias en costos y en la selección de materiales entre el método tradicional y la metodología BIM para la construcción de un Centro de Convenciones en Machala?
- ¿Qué ventajas ofrece la metodología BIM en términos de eficiencia y planificación, en comparación con los métodos tradicionales?

## 1.7 Objetivo General

Analizar el impacto de la metodología BIM 5D en la programación, inspección de costos y coordinación interdisciplinaria durante la construcción de un bloque del Centro de Convenciones de Machala, para optimizar la gestión de recursos y reducir variaciones presupuestarias en actividades complejas.

## 1.8 Objetivos Específicos

Modelar el bloque del Centro de Convenciones en BIM 5D para valorar su efecto en la distribución de periodos, mediante simulaciones 4D que integren secuencias constructivas y asignación de recursos.

Incorporar información de costos al modelo BIM 5D para cuantificar su precisión en el control presupuestario durante la ejecución, identificando desviaciones y optimizando la gestión financiera.

- Analizar la coordinación interdisciplinaria mediante BIM 5D, detectando interferencias técnicas en etapas tempranas y mejorando la comunicación entre arquitectura, ingeniería e instalaciones.
- Optimizar la selección de materiales locales y gestión de inventarios utilizando el modelo BIM 5D, priorizando eficiencia y reducción de desperdicios en el contexto de Machala.
- Proponer un protocolo de aplicación de BIM 5D para proyectos en ciudades intermedias, basado en resultados del Centro de Convenciones, que facilite la replicabilidad en entornos con recursos limitados. Ciudades intermedias, adaptando buenas prácticas al contexto de Machala.

## 1.9 Justificación Del Problema

Realizar un análisis de la productividad en el área administrativa de las entidades, evaluando de manera porcentual la reducción de costos y tiempos en materiales, personal operativo y uso de software.

Implementar un espacio físico que permita crear comunidades a través del vínculo social que genere a través de estrategias de diseño un sentido de pertenencia en la ciudadanía machaleña.

La metodología BIM posee la capacidad de cambiar la toma de decisiones y potenciar la coordinación entre los stakeholders (ingenieros, contratistas, diseñadores, propietarios), reducción de los tiempos y costos en macro proyectos como en un centro de convenciones. Ciertos estudios han demostrado que BIM puede mejorar la eficacia del proyecto entre un 20 - 30% en términos de tiempo y costos (Azhar, 2011).

Implementar BIM facilita la simulación y visualización en diferentes escenas, por lo que nos permite a los diferentes equipos del proyecto poder detectar y solucionar problemas antes de que sucedan en el sitio de la construcción. Por lo que se considera que no solo mejora la precisión del diseño, sino que también, se reducirá la necesidad de constantes revisiones y modificaciones, reduciendo así los riesgos que se asocien al proyecto. BIM no solo mejora la colaboración y comunicación entre los diferentes sectores del proyecto, garantizando que todos operen con la información exacta y reciente (Eastman et al., 2011).

Además, ha habido un debate demostrativo sobre el proceso de descentralización en Ecuador y su efectividad en el fortalecimiento de los gobiernos provinciales (Torres-Carvajal & Paladines-Costa, 2020). Ciertos críticos argumentan acerca de las disposiciones constitucionales

para la autonomía, lo que sigue constante una centralización del poder que entorpece las capacidades de gobernanza local (Reyes & Espinosa Pineda, 2021). Esta disputa en curso resalta los inconvenientes en el cual se involucran en la versión de los mandatos constitucionales en resultados visibles para el desarrollo regional.

# CAPITULO 2: MARCO REFERENCIAL

## 2.1 Marco Teórico

El Building Information Modeling conocido por sus siglas en ingles B.I.M. ha revolucionado la explotación de la edificación al dejar la obra y mandato de información dactilar de un bosquejo a lo derrochador de su época de existencia. BIM integra datos geométricos, espaciales, cuantitativos y cualitativos en un modelo tridimensional, facilitando la ayuda en arquitectos, ingenieros y constructores. Esta metodología no solamente mejora la exactitud y eficacia en el apunte y edificación de edificios, sino también que permite simulaciones y observaciones de diferentes escenarios, mejorando la toma de decisiones y minimizando los conflictos agrupados a los proyectos de obra, tanto el desarrollo de un centro convenciones (Eastman et al., 2011).

Al momento de comparar el método tradicional de construcción que se apoya en los procesos secuenciales y lineales, también ofrece diferentes series de ventajas relevantes. Entre ellas se incluyen la mejora en la comunicación, coordinación, entre las diferentes disciplinas, una baja de errores y retrabajos, y la capacidad de realizar análisis de sostenibilidad dentro de las primeras etapas de diseño. De esta manera, además de facilitar la gestión de cambios y actualizaciones en el proyecto, cualquier cambio dentro del modelo reflejará de manera

sistemática en todas las vistas y documentos que estén asociados. Estas ventajas son relevantes en proyectos complejos como la elaboración de un centro de convenciones, en donde la precisión y coordinación son cruciales (Azhar, 2011).

En consecuencia, la implementar BIM también muestra desafíos, como la necesidad de capacitaciones técnicas y de inversiones en tecnologías. Con estos complementos numerosos de estudios de caso, demuestran los beneficios a largo plazo de la metodología BIM superar con creces las desventajas iniciales. Por otra parte, los proyectos realizados con la metodología BIM demuestran mejoras en la eficacia del diseño, reducción de tiempo y costos en la edificación, por otra parte, satisface las necesidades de los clientes. Los resultados marcan la importancia al emplear BIM en las propuestas de construcción, en especial en aquellos de gran envergadura como un centro de convenciones (Bryde, Broquetas, & Volm, 2013).

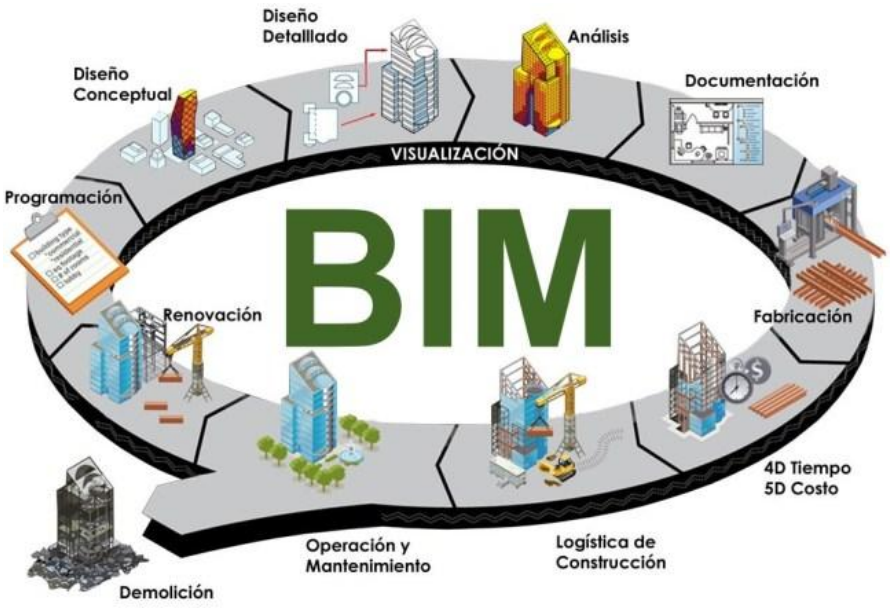
**Modelado de Información para la Construcción (BIM): Tecnología y Aplicación**

Es una metodología innovadora que ha revolucionado el ámbito de la edificación y ha experimentado un cambio con el transcurso del tiempo, por lo que, permite la creación y gestión de informaciones analógicas en el desarrollo durante todo su periodo de vida. Además, BIM combina datos geométricos, espaciales, cuantitativos y cualitativos dentro de un modelo tridimensional, por lo que facilita colaboraciones entre arquitectos, ingenieros y demás personas que complementan en la construcción. Los componentes del BIM comprende modelos tridimensionales detallados, Además, a través de un registro de información central por medio del cual almacena la investigación relacionada con el proyecto. y herramientas lo que facilita la colaboración interdisciplinaria en tiempo real. Esta metodología no solamente potenciaría la precisión y eficiencia en el proyecto de construcción, destino que así mismo simplificaría la

representación y evaluación de diversas situaciones, perfeccionando la toma de criterios y disminuyendo los riesgos asociados a los proyectos de construcción. (Smith, 2021).

**Figura 1**

*Ciclo de vida de un proyecto empleando metodología BIM*




*Nota:* El gráfico representa el ciclo del proyecto a ejecutarse desde la Programación hasta la Demolición dando a conocer las distintas fases bajo el mismo medio. Tomado de Topografía y Geosistemas (https://topografiaygeosistemas.com/empresas-colaboradoras/)

La representación gráfica ilustra las etapas del ciclo de vida del proyecto de una edificación., Programación, Diseño Conceptual, Diseño Detallado, Evaluación, Documentación, Elaboración, Logística de Construcción, 4D Tiempo, 5D Costo, Funcionamiento y Mantenimiento, Renovación y Demolición, además de Renovación y Demolición. Por lo que cada etapa nos indica lo que se destaca integrando dichos procesos con la finalidad de ir mejorando eficiencia y comunicación entre los colaboradores del proyecto. Este diagrama visualiza cómo BIM facilita la

colaboración interdisciplinaria y la administración integrada de actividades de construcción (Shehzad et al., 2021).

Las extensiones de BIM abarca diferentes niveles de información que se integran en un modelaje para engrandecer su utilidad en los diferentes ciclos de vida del proyecto, como por ejemplo las siguientes:

**BIM 2D (Planimétrica – 2 dimensiones)**

Los elementos o figuras que se encuentran dentro de un plano, lo que significa que exclusivamente tienen dos dimensiones:

- Dimensiones (eje x): En una dirección simboliza la extensión.
- Espesor (eje y): En otra dirección perpendicular a la longitud esta representa la extensión.

**BIM 3D (Modelado en 3 dimensiones)**

Incluye lo que es la geometría y la información en diferentes dimensiones de la obra. Es en lo que BIM se fundamenta y a la vez brinda acceso a una visualización de 3 dimensiones de la obra (Autodesk, 2024).

**BIM 4D (Gestión del Tiempo)**

Dentro de la gestión en el tiempo se agrupa la dimensión del modelado en 3D, lo que facilita la una programación de varias etapas y a la vez mas organizado de un proyecto, por lo que promueve una administración logística y una mejor organización de las tareas a ejecutarse (NBS, 2021).

**BIM 5D (Administración de Costos)**

En el 5D se integran los datos de costos del modelado BIM, por lo que facilita estimaciones más precisas y una mejor administración del presupuesto de la obra, por lo que asiste en gestión de costos y mejor análisis económicos (BibLus, 2021).

**BIM 6D (Eficiencia)**

En el 6D se integran toda información que esté vinculada a la eficiencia del proyecto, como es el estudio energético, valoración del impacto ambiental, facilitando así la mejora del diseño incrementando la eficacia energética y a la vez disminuyendo el impacto en el medio ambiente (Revit BIM Services, 2024).

**BIM 7D (Mantenimiento y Administración de operaciones)**

En este punto se incorpora datos para la administrar las operaciones y brindar el mantenimiento debido al proyecto tras su construcción, por lo que promueve el diseño de mantenimiento preventivo y una mejor administración de los activos en el periodo de vida de la obra (Shehzad et al., 2021).

**Método tradicional en Construcción**

El método tradicional en cimentación sigue una orientación secuencial y lineal, más conocido como el método de cascada. Este rumbo divide el proyecto en fases visiblemente definidas, analizar requisitos, bosquejo, la implementación, las pruebas y el mantenimiento. Cada fase debe examinar antes de pasar a la siguiente, lo que puede producir en un fallo de flexibilidad para adaptarse a cambios imprevistos en el desarrollo del proyecto (IDESIE Business School,

2020). La misión de proyectos en este rumbo se fundamenta en planificar en la etapa inicial los detalles, lo que define los recursos, eficacia, tiempo y el recurso del proyecto. La documentación detallada es fundamental en cada fase para mantener un alcance más preciso del progreso de la obra y los cambios realizados.

La comunicación en el método tradicional suele ser escalonada y lineal, lo que también puede llevar a cabo demoras al momento de transmitir la información y a la vez, menor colaboración de los diferentes actores de la obra. Una correcta coordinación podrá ser un desafío, debido a la falta de unificación entre las diferentes fases y disciplinas lo que podría dar como resultado retrabajos de gran costo y errores. Sin embargo, la finalidad en la industria de la construcción ha sido amplia, ya que presenta limitantes en base a comunicación, flexibilidad y coordinación, lo que afecta la eficacia y progreso del proyecto (Supered, 2021).

### *Construcción de Mampostería*

En este parámetro se emplea mecanismos de manera individual de mampostería, como son: ladrillos, piedras o bloques de hormigón, que son debidamente colocados y se mezclan con morteros, por lo que es conocido por la resistencia, durabilidad y resistencia al fuego (Brick & Bolt, 2024).

### *Construcción con Madera*

Las obras realizadas con estructuras de madera involucran el uso de vigas y columnas de madera con la finalidad de elaborar el armazón estructural, por lo que este método es popular en sectores en donde la madera es abundante, además de ser conocido por la rapidez de construcción (RedStone Construction Group, 2023).

### *Construcción de Adobe*

Utiliza ladrillos de adobe, fabricados de una mezcla de arcilla, arena y desecho, secados al sol. Este método es común en regiones áridas y es valorado por su capacidad de mantener temperaturas interiores confortables (Construction Times, 2024).

### *Construcción de Piedra*

La construcción con piedra utiliza piedras naturales como material principal. Este método ha sido utilizado durante siglos y es conocido por su durabilidad y estética única (Brick & Bolt, 2024).

### *Construcción con Tierra Apisonada*

Este método implica combinar capas de tierra húmeda dentro en un encofrado compacto para crear muros sólidos. Es una técnica antigua que ofrece excelentes propiedades térmicas y acústicas (Construction Times, 2024).

Los métodos tradicionales, aunque parezcan efectivos, tienden a ser más laboriosos y poco flexibles al momento de comparar con otras técnicas como la del BIM, por lo cual permiten una mayor precisión y eficiencia al momento de realizar la gestión de proyectos en una edificación.

## Gestión de Proyectos con Building Information Modeling (BIM)

La gestión de proyectos de construcción ha mejorado de manera significativa al implementar metodologías como el BIM, un instrumento que involucra datos de diferentes dimensiones con el propósito de maximizar los procedimientos de diseño, planificación y ejecución de la obra. De manera tradicional, los proyectos presentaban problemas como diseños

inadecuados, planos sin actualizarse y falta de coordinación, lo que formaba una demora significativa en el proyecto, además de tener sobrecostos y reprocesos (Smith & Tardif, 2009). BIM comienza como discusión a estos diferentes desafíos, lo que ha permitido la elaboración de modelos digitales que combinan tres dimensiones con información estacional, costos, y análisis de eficacia energética o estudio (Eastman et al., 2008).

### *Gestión de Comunicaciones en Obras*

La gestión de comunicaciones en obras es esencial para aprobar que la información siga de manera precisa entre a todas las partes interesadas. En el método tradicional, la comunicación suele ser escalonada y lineal, lo que puede llevar a demoras al momento de compartir información y a una mínima asistencia entre los diferentes actores en la obra. Las decisiones se realizan de manera secuencial, y la identificación de conflictos puede ser demorada por la falta de unificación de las diferentes fases y disciplinas de la obra (IDESIE Business School, 2020).

Por lo tanto, el uso de BIM incrementa significativamente la gestión de comunicaciones, además de permitir una colaboración multidisciplinaria en tiempo real, facilitando la transferencia de información y la toma de decisiones de forma más rápida y eficiente. Los modelos 3D y las bases de datos centralizadas de BIM aseguran que todos los participantes de una obra tengan facilidad de acceder a la misma información actualizada, lo que reduce errores y conflictos. Por otra parte, BIM permite simular y comparar análisis de diferentes escenarios, optimizando las decisiones que se generen y resolviendo los conflictos (Supered, 2021).

### *BIM - Instrumento Integrador*

BIM además de ser un software, es una herramienta colaborativa que desarrolla diferentes las labores de diferentes disciplinas. A consecuencia de los métodos tradicionales basados en planos 2D, BIM permite la sincronización de datos dentro arquitectos, ingenieros y contratistas, reduciendo inconsistencias en etapas tempranas. Por consiguiente, en un estudio esforzado a una construcción en Bogotá, se demostró que la incorporación de modelos paramétricos con programa de obra y presupuestos mejoró la solicitud en la cuantificación de materiales y la localización de interferencias técnicas (Mojica Espesura et al., 2016). Esto se logró mediante herramientas como el Revit para modelar y Navisworks para simulaciones 4D 5D, que facilitaron la visualización de un progreso positivo y mayor seguimiento en el aspecto financiero (Eastman et al., 2008).

### Eficiencia y Coordinación

El empleo de BIM mejora la organización entre arquitectos, ingenieros y constructores al permitir la colaboración en un entorno compartido. Los modelos comunes y las actualizaciones automáticas garantizan que cada participante utilice la información más reciente, lo que disminuye errores y retrabajos. Esta metodología facilita la comunicación en tiempo real, mejorando la toma de decisiones y potenciando la eficiencia general del proyecto. Por lo cual es necesario incluir ciertos temas que abarcan notablemente en este punto, lo cual son los siguientes:

BIM facilita la colaboración entre arquitectos, ingenieros y constructores mediante el uso de modelos compartidos. Esto permite que todos los participantes trabajen en un entorno común, accediendo y modificando el modelo en tiempo real.

### *Detectar problemas*

La metodología BIM permite identificar y resolver problemas entre diferentes áreas previo al inicio de la obra. Esto incluye detectar todas las interferencias tempranas que los sistemas de estructura, mecánico, eléctrico y sanitario (BibLus, 2021).

### *Actualizaciones Automatizadas*

Las actualizaciones automatizadas en BIM verifican que todos los integrantes en el proyecto colabores con el cualquier detalle más reciente, minimizando errores, retrabajos, y mejorando la eficacia general de la obra.

### *Optimización del Flujo de Trabajo*

Se optimiza el flujo de trabajo al integrar todo el proceso del proyecto, desde el diseño hasta la edificación y el mantenimiento, permitiendo una mejor planificación y coordinación de las actividades.

### *Simulación y Análisis*

El método BIM facilita el simulacro y análisis de diferentes escenarios, lo que brinda la tomar información a tiempo y a la vez que la planificación sea más efectiva (BIMfinite, 2023).

### *Gestión de la Información*

BIM se enfoca en la administración de los datos del proyecto, lo que simplifica el acceso y la actualización continua de los datos por los participantes., mejorando y la comunicación y transparencia.

### *Reducción de Costos y Tiempos*

La mejora al momento de coordinar y la eficacia mediante el uso del BIM puede llevar a una baja significativa de costos y tiempos en el proyecto (NBS, 2021).

## Mezcla del modelo BIM: Correlación Multidimensional en la misión de Proyectos

### *Entorno Centralizado*

**Modelo Digital conjunto.** Ofrece un modelo tridimensional que integra la recopilación de todas las áreas involucradas como la arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas, sanitarias, mecánicas, en un solo entorno, por lo que facilita a que el personal de trabajo se integre sobre la base de información, reduciendo cambios en el programa.

### *Interoperabilidad*

**Modelos Abiertos.** Empleando modelos abiertos como Industry Foundation Classes, se afirma que los datos logren ser de compatibilidad entre diferentes softwares y herramientas. Lo que facilita el cambio de información sin pérdida de calidad, permitiendo una colaboración fluida entre distintas especialidades**.**

### *Comunicación en eventos histórico*

**Actualización Continua.** Se actualizan constantemente, lo que genera que cualquier cambio que sea realizado por una parte del equipo de trabajo se refleje para los demás, lo que conlleva a mejorar la comunicación logrando una eficaz toma de decisiones.

**Plataforma Comunitaria.** al integrar la actividad en una plataforma comunitaria, los actores del proyecto pueden acceder y compartir información en tiempo real, lo que reduce la posibilidad de errores y retrabajos.

### *Oportuna detección de Conflictos*

**Coordinación Técnica.** Permiten la detección y solución de problemas antes a que ocurra en la fase de la obra, por lo que se asegura una superposición de diferentes modelos de diferentes áreas para detectar a tiempo las interferencias y compatibilidad.

**Simulaciones y Análisis.** Los modelos BIM permiten realizar simulaciones y análisis de impacto, lo que ayuda a prever problemas y optimizar soluciones antes de la ejecución.

### *Mejora de Flujos de Trabajo*

**Eficiencia y Calidad.** Lo que acelera el proceso de diseño asegurando la calidad de la edificación del proyecto, permitiendo una mayor claridad, optimizando soluciones previo a la construcción, por lo que resulta en obras mejor planificadas.

**Colaboración Eficaz.** Se promueve una colaboración eficaz entre las diferentes áreas como arquitectos, ingenieros y contratistas, mejorando los desafíos que se presenten entre la comunicación y coordinación.

## Impacto en la Comunicación y Toma de Decisiones

La integración por medio del Building Information Modeling ha transformado radicalmente los procedimientos de colaboración profesional en proyectos de construcción, instaurando un nuevo modelo de colaboración multidisciplinaria en el entorno de trabajo. Al

condensar todos los datos del proyecto en un ambiente digital unificado, supera las restricciones habituales de comunicación entre los diferentes participantes implicados. Los distintos involucrados -desde los diseñadores hasta los ejecutores- tienen la capacidad de buscar datos actualizados de forma constante, reduciendo significativamente las diferencias interpretativas y las demoras vinculadas a errores de coordinación. Este sistema exclusivo refuerza la identificar y arreglo anticipado de incongruencias en la etapa de diseño, evitando que se transformen en dificultades económicos durante la fase de edificación.

Dentro del marco de las decisiones estratégicas, BIM ofrece una base numérica y verificada para la evaluación comparativa de alternativas (Mojica et al., 2016). Los modelos 5D permiten simular diversos escenarios de ejecución, analizando su influencia en elementos financieros y temporales, esto permite elegir la opción más adecuada (Hardin & McCool, 2015). Los responsables del proyecto poseen la habilidad de contrastar el progreso real con lo previsto mediante interfaces visuales interactivas, lo que acelera la detección de desviaciones y la adopción de medidas correctivas (Sacks et al., 2018). Lo que al examinar de forma instantánea abarca un beneficio competitivo fundamental en comparativa con los sistemas antiguos que se basan en documentación estática (Bryde et al, 2013).

El impacto comunicativo del BIM se manifiesta claramente en la relación entre los distintos participantes (Succar, 2009). Para los especialistas en diseño, implica una mayor precisión al comunicar sus propuestas de diseño; para los equipos de construcción, implica directrices más exactas y secuencias de trabajo más definidas; y para los clientes, proporciona claridad y capacidad para un seguimiento continuo (Volk et al., 2014), lo que refleja el avance en los procesos de comunicación que se manifiesta de manera específica en la reducción de trabajos de rehacer, la

disminución de gastos por fallos y una implementación más eficaz y coordinada (Giel & Issa, 2016)

Sin embargo, el triunfo de esta integración se basa esencialmente en dos elementos fundamentales: la puesta en marcha de protocolos normalizados para el intercambio de información (como el formato IFC) y la capacitación constante de todos los participantes (ISO, 2018) Cuando estos componentes se conjugan correctamente, BIM se convierte en un instrumento estratégico que no solo administra el proceso de construcción, sino que también reinterpreta de manera radical los patrones de cooperación interdisciplinaria y decisiones efectuadas a lo largo de todo el proceso del proyecto. (Jernigan, 2018).

**Desafíos y Barreras en la Implementación de BIM:**

Al integrar BIM en los proyectos de la construcción, se consideran varios desafíos y obstáculos que las agrupaciones deberían poner a consideración para mejorar y maximizar las ventajas que brinda la tecnología. Se describirán algunos detalles de los inconvenientes que más se presentan:

***Capacitación y Desarrollo de Habilidades***

Uno de los desafíos más grandes es la formación adecuada. En el campo profesional, la construcción carece de las destrezas correctas para utilizar BIM de forma eficiente. La curva de aprendizaje puede ser pronunciada, y sin una capacitación apropiada, los equipos podrán tener complicaciones para adoptar nuevas herramientas y procesos. Es conveniente adquirir programas de formación continua con la finalidad de asegurar que los miembros del trabajo se encuentren capacitados.

### *Resistencia al Cambio*

La resistencia al cambio en el área profesional es un significativo obstáculo, debido que la implementación de la metodología BIM requiere cambios frecuentes en diferentes métodos y prácticas de trabajo en ejecución. Por lo tanto, la gestión para mejorar la resistencia al cambio es primordial para mejorar dicha barrera. Lo que incluye comunicar las ventajas de la metodología BIM, integrar a los trabajadores durante el proceso de adopción y proporcionar un necesario apoyo durante la transición.

### *Financiamiento Tecnológico*

Es adecuado el financiar para que la implementación de BIM sea significativa, por lo que se requiere la adquisición de software y una estructura tecnológica más avanzada. Por lo tanto, deberían tenerse en cuenta los costos de formación y desarrollo de las habilidades. El sector empresarial debería calificar cuidadosamente los beneficios y costos a largo plazo para que sea justificada la inversión inicial de la implementación BIM.

### *Interoperabilidad de Software*

La compatibilidad de diversos softwares podrán ser un desafío, no obstante, la falta de estándares y protocolos podrían dificultar la integración entre la transferencia de datos y los equipos, por lo que es importante seleccionar las herramientas necesarias que sean compatibles, además de facilitar adopción de estándares para facilitar la interoperabilidad.

***Ausencia de cooperación y liderazgo insuficiente***

Por lo general se basa en la efectiva cooperación entre todos los responsables del proyecto, por lo que la omisión de colaboración y un liderazgo insuficiente podrían dificultar la aplicación de la metodología, por otra parte, es importante fomentar una cultura cooperativa para garantizar que los responsables de la obra estén dedicados a implementar la metodología.

***Seguridad en los resultados a corto plazo***

Diferentes organizaciones predicen resultados rápidos de la implementación BIM, por lo que generaría incomodidades en caso los beneficios no se designen de inmediato, por lo tanto, es crucial que se conserve una visión a largo plazo para comprender las ventajas del BIM como es la disminución de los errores, incremento de la eficiencia, que se van acumulando con el tiempo.

***Problemas en el Mercado***

El amplio abanico de servicios y soluciones existentes en el mercado puede provocar desorientación. Las compañías pueden encontrar obstáculos al seleccionar las herramientas correctas, debido a la incertidumbre sobre las habilidades y restricciones de las diversas alternativas. Es esencial realizar un análisis exhaustivo y obtener guía especializada para tomar decisiones basadas en evidencia.

Los desafíos que se relacionen con implementar BIM, resulta ser impredecible poner en ejecución una estrategia que sea bien estructurada, debido a que las organizaciones tienen como obligación invertir en programas de formación, además de gestionar de manera eficaz el cambio y a la vez fomentar una cultura colaborativa entre todos los miembros del proyecto. Solo así podrán maximizar los beneficios que ofrece esta tecnología innovadora (MDT Arquitectura, 2023).

**Gestión de Proyectos en Construcción:**

La gestión de proyectos en el sector de la edificación ha realizado un cambio con la implementación de metodología BIM, a diferencia de las metodologías tradicionales, solamente basan en cronogramas de segunda dimensión y procesos secuenciales, lo que permite una mejor planificación y colaboración mediante modelos de tercera dimensión integrados; por lo que en términos de programación se facilita visualmente el progreso del proyecto en tiempo real, a la vez que se adaptan los cronogramas dinámicos, mientras que la metodología tradicional son más susceptibles a retrasos y demorado. En relación al control de costos, es más transparente y preciso al asociar costos a cada componente, por lo que las estimaciones menos detalladas de los métodos tradicionales se contrastan (IDESIE Business School, 2020).

**Administración de Riesgos:**

La administración de riesgos en proyectos de la construcción ha mejorado de manera significativa con la adopción del BIM, por otra parte la metodología tradicional depende de procesos manuales y experiencia, BIM brinda la facilidad de identificar y mitigar riesgos para que sea más optimo al implementar modelos en 3 dimensiones detallados, lo que facilita la pronta detección de problemas y evaluar el impacto en la obra, la capacidad de simular escenarios diferente y analizar información en tiempo real, mejora la aplicación de decisiones por lo que minimiza errores costos. En fin, las metodologías tradicionales suelen ser menos integradas lo que puede llevar de una gestión fragmentada y menos eficiente (Revizto, 2024).

**Costos y Beneficios de aplicar BIM:**

La aplicación de BIM en la construcción implica una inversión inicial considerable, a la vez los beneficios a largo plazo que justificaría el presupuesto. Se analizarán los costos iniciales uy os beneficios a largo plazo con implementar la metodología, como son los siguientes.

***Gastos Iniciales***

**Formación.** Profesionales de la construcción para que puedan implementar nuevas herramientas y procesos de manera más eficaz.

**Programas.** obtención de licencias de programas informáticos como las herramientas de la página oficial de Autodesk como Revit, Achicad y Navisworks.

**Equipamiento.** Implementación de BIM con nuevos equipos que soporten el procesamiento y almacenamiento de los programas.

***Ventajas a Largo Plazo***

**Minimización de Errores.** Identificación temprana de problemas y fallos en el diseño.

**Tiempo.** Capacidad de simular y visualizar en 3 dimensiones para tener una mejor coordinación entre los involucrados en la construcción.

**Costos.** Eficiencia en la estimación de costos al asociarlos a cada elemento y así realizar un detalle más amplio del presupuesto.

**Sostenibilidad.** Optimización en recursos y materiales, lo que brinda un menor impacto ambiental.

## Criterios Arquitectónicos

Los criterios arquitectónicos son fundamentales, al momento de generar el diseño, debido a que se establecen bases para la creación de espacios funcionales, a la vez mejor estética, agradables y sobre todo sostenibles, por ende, los criterios incluyen referencias como la funcionalidad, debido a que se basa en como utilizara los espacios y a la vez cumplir con los requerimientos del usuario. Un proyecto funcional afirma que cada sección del proyecto se diseñe para un propósito, ya que optimiza el espacio y mejora la experiencia del usuario; por ende, la estética adquiere un beneficio crucial, ya que un proyecto visualmente atractivo genera positivamente en la percepción y el bienestar de los individuos que ocuparán el edificio. La integración de elementos estéticos con otros aspectos del diseño, como la sostenibilidad y la eficiencia energética, es esencial para lograr un equilibrio entre forma y función (Sacks et al., 2020; Zhang et al., 2021).

Otro aspecto importante de los criterios arquitectónicos es la sostenibilidad, que se enfoca en reducir el impacto ecológico del edificio durante el ciclo de vida, lo que incluye el empleo de materiales eco amigables. La metodología permite simular y analizar diferentes diseños previos a la construcción, lo que promueve una mejor colaboración entre los que integran el proyecto, asegurando una excelente coordinación y sobre todo que funcione en armonía. La capacidad de prever y resolver problemas potenciales antes de la construcción minimizar los riesgos e incrementar la calidad del resultado final del proyecto, haciendo que los criterios arquitectónicos sean más efectivos y eficientes (Wang et al., 2022).).

### *Ordenadores arquitectónicos*

Los equipos arquitectónicos son los principios y directrices que estructuran el proyecto en base al diseño y organizaciones dentro de un centro de convenciones. Estos criterios aseguran que el diseño sea sólido y sencillo, lo que facilita la comunicación y el uso eficiente de las dimensiones. En la metodología BIM, estos equipos se integran desde las primeras etapas de planteamiento, lo que permite una visualización fácil y precisa de tal manera que se distribuirá el espacio (Sacks et al., 2020).

Además, los ordenadores arquitectónicos en BIM permiten la integración de diferentes disciplinas, como la estructura, las instalaciones eléctricas y mecánicas, y el diseño interior. Esto asegura que todos los elementos del proyecto estén coordinados y funcionen en entendimiento. La facilidad de BIM para manejar grandes cantidades de datos y generar modelos detallados facilita la adquisición de decisiones informadas durante el proceso (Zhang et al., 2021).

Por otra parte, el empleo de BIM en ordenadores nos permite elaborar simulaciones y análisis del edificio, lo que incluye estudios de iluminación natural, eficiencia energética, ventilación, para contribuir un diseño más sostenible y eficaz. La capacidad de resolver y prever problemas antes de comenzar la construcción reduce los riesgos y a la vez mejora la calidad de la obra final (Wang et al., 2022).

## 2.2 MARCO LEGAL

La normativa **NEC-HS-AU** establece criterios básicos para garantizar que los edificios sean accesibles para todos los usuarios, satisfaciendo cualquier requerimiento físico o sensorial. Su meta es impulsar la inclusión integral, fomentando en la edificación de construcciones civiles entornos más seguros, confortables y dignos. Esta normativa requiere la inclusión de elementos como rampas, señalización apropiada, dimensiones reducidas y trayectos fácilmente accesibles desde los primeros pasos del diseño arquitectónico. No se restringe a ser una exigencia técnica, sino que simboliza un compromiso social con la igualdad y la consideración. Su adecuada aplicación facilita el crecimiento de ciudades más equitativas y humanas. (Normativa Ecuatoriana de la Construcción, 2025)

La **NEC-SE-HM** dicta las directrices para la creación y construcción de estructuras de hormigón armado, priorizando la seguridad, resistencia y funcionalidad de los edificios. Su puesta en marcha garantiza que las construcciones sean capaces de resistir cargas, sismos y condiciones ambientales a lo largo del tiempo, adaptándose a las condiciones del territorio ecuatoriano. Esta regulación no solo es técnica, sino que también representa una acción de responsabilidad hacia aquellos que ocuparán esos lugares. Es crucial diseñar con un enfoque estructural robusto para garantizar la seguridad, la efectividad y la sostenibilidad a largo plazo para la infraestructura y el uso de los individuos. (Normativa Ecuatoriana de la Construcción, 2025)

**Tabla 1**

*Clasificación de Edificios de Hormigón Armado*

| Sistema estructural | Elementos que resisten sismo | Ubicación de rótulas plásticas | Objetivo del detallamiento |
|---|---|---|---|
| Pórtico especial | Columnas y vigas descolgadas | Extremo de vigas y base de columnas 1er piso. | Columna fuerte, nudo fuerte, viga fuerte a corte pero débil en flexión. |
| Pórticos con vigas banda | Columnas y vigas banda | Extremo de vigas y base de columnas 1er piso. | Columna fuerte, nudo fuerte, viga fuerte a corte y punzonamiento pero débil en flexión. |
| Muros estructurales | Columnas y muros estructurales | En la base de los muros y columnas 1er piso (a nivel de la calle). | Muro fuerte en corte, débil en flexión.<br>Columna no falla por corte. |
| Muros estructurales acoplados | Columnas, muros estructurales y vigas de acople | En la base de los muros y columnas 1er piso (a nivel de la calle). Extremos vigas de acople. | Muro fuerte en corte, débil en flexión.<br>Columna no falla por corte.<br>Viga de acople fuerte en corte, débil en flexión. |

*Nota.* Se resumen los principales sistemas estructurales que se utilizan en edificios sismorresistentes, por lo que identifica elementos que aportan resistencia. Obtenido de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (2025).

## Normativa 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

Esta norma establece los principios fundamentales para la gestión de los datos durante todo el periodo de vida de una construcción usando BIM. Promueve una cultura de trabajo colaborativo y ordenado entre disciplinas, lo cual mejora la toma de decisiones, reduce errores y permite mayor transparencia en los procesos. Más allá de su aspecto técnico, esta norma contribuye a la

transparencia, la confianza y la responsabilidad entre los equipos de proyecto, desde la planificación hasta la operación del activo. (International Organization for Standardization, 2025)

**Figura 2**

*Artículos Anexados al documento ISO 19650-1:2018*

ISO 6707-1:2017, *Buildings and civil engineering works — Vocabulary — Part 1: General terms*

ISO 6707-2:2017, *Buildings and civil engineering works — Vocabulary — Part 1: Contract and communication terms*

ISO 8000, *Data quality*

ISO 9001, *Quality management systems — Requirements*

ISO 12006-2:2015, *Building construction — Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification*

ISO 12006-3, *Building construction — Organization of information about construction works — Part 3: Framework for object-oriented information*

ISO/TS 12911:2012, *Framework for building information modelling (BIM) guidance*

ISO 16739, *Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries*

ISO 19650-2, *Organization of information about construction works — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of assets*

ISO 21500, *Guidance on project management*

ISO 22263, *Organization of information about construction works — Framework for management of project information*

ISO/IEC/IEEE 24765, *Systems and software engineering — Vocabulary*

ISO/IEC 27000, *Information technology — Security techniques — Information security management systems — Overview and vocabulary*

ISO 29481-1:2016, *Building information models — Information delivery manual — Part 1: Methodology and format*

ISO 31000, *Risk management — Guidelines*

ISO 37500:2014, *Guidance on outsourcing*

ISO 55000:2014, *Asset management — Overview, principles and terminology*

IEC 82045-1, *Document management — Part 1: Principles and methods*

*Nota.* Recopilación de las normas ISO y demás referencias internacionales, lo que sirven como base técnica que garantiza procesos de manera eficiente, colaborativa. Obtenido del documento ISO 19650-1:2018

# CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

## 3.1 Diseño de la investigación

El desarrollo de este estudio es de tipo comparativo y descriptivo. Por lo que se busca analizar y dos situaciones de construcción con la metodología tradicional y la metodología BIM para un centro de convenciones en Machala. Nuestro diseño permitirá evaluar las diferencias y similitudes entre ambas metodologías, lo que proporciona una visión integral de los desafíos y beneficios. Se empleará datos cuantitativos y cualitativos para la obtención de una mejor comprensión de los impactos de cada metodología en lo que corresponde a costos, tiempos, eficacia y calidad.

## 3.2 Método de investigación

### Método analítico

El método analítico descompondrá cada una de las metodologías en sus componentes básicos. Lo que nos permitirá un análisis más detallado de las ventajas y desventajas de cada metodología. Por lo cual se revisará la literatura existente y a la vez se analizarán estudios de caso para examinar proyectos similares. Nuestro enfoque facilitaría la manera de identificar patrones y tendencias que puedan influir al momento de implementar cada metodología.

### Método sintético

El método sintético se utilizará para integrar los hallazgos del análisis en una visión coherente y comprensiva. Esto permitirá comparar los resultados obtenidos de ambas metodologías y sintetizar conclusiones relevantes para el contexto de Machala. La síntesis de la información ayudará a desarrollar recomendaciones prácticas para la adopción de BIM en la región, basadas en evidencia práctica y análisis teórico.

## 3.3 Tipo de investigación

El estudio es de tipo aplicable, pues tiene como finalidad resolver una situación práctica: la ausencia de infraestructura adecuada en Machala. Mediante la comparación de dos metodologías de construcción, se pretende identificar la más eficiente y adecuada para el contexto local. Además, la investigación es exploratoria, dado que se investigará la implementación de BIM en un contexto donde su adopción ha sido limitada. Este enfoque permitirá descubrir nuevas perspectivas y oportunidades para mejorar los procesos de construcción en la región.

## 3.4 Población y muestra

La población de estudio incluirá a profesionales de la construcción, ingenieros, arquitectos y funcionarios públicos en Machala. La muestra se seleccionará de manera intencional, enfocándose en aquellos con experiencia en proyectos de construcción y conocimiento de BIM. Se espera que esta muestra proporcione una representación adecuada de las percepciones y experiencias en el sector de la construcción local.

## 3.5 Instrumentos o herramientas utilizadas

Para la recolección de datos se emplearán diversas herramientas e instrumentos:

### Entrevistas a expertos

Se realizarán entrevistas en profundidad con expertos en construcción y BIM para obtener insights cualitativos sobre las ventajas y desafíos de cada metodología.

### Encuestas a profesionales del sector

Se diseñarán y distribuirán encuestas a profesionales de la construcción, ingenieros y arquitectos para recopilar datos cuantitativos sobre sus experiencias y percepciones.

#### Análisis de documentos y proyectos previos

Se revisarán documentos y proyectos anteriores para obtener datos históricos y contextuales.

#### Software de modelado BIM

Se utilizarán herramientas de modelado BIM para realizar simulaciones y comparaciones entre los dos enfoques metodológicos.

### 3.6 Procedimiento

#### Revisión de literatura

Se realizará una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre metodologías de construcción tradicionales y BIM, incluyendo artículos académicos, informes técnicos y estudios de caso.

#### Recolección de datos

Se llevarán a cabo entrevistas y encuestas, y se recopilarán datos de proyectos previos. Las entrevistas se grabarán y transcribirán para su análisis cualitativo, mientras que las encuestas se analizarán estadísticamente.

#### Análisis de datos

Se analizarán los datos recolectados utilizando métodos analíticos y sintéticos. Se emplearán técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo para identificar patrones y tendencias.

#### Comparación de metodologías

Se compararán los resultados obtenidos de ambas metodologías en términos de costos, tiempos, eficiencia y calidad. Se utilizarán herramientas de modelado BIM para realizar simulaciones y evaluar el impacto de cada metodología.

### Elaboración de conclusiones

Se sintetizarán los hallazgos y se elaborarán conclusiones y recomendaciones basadas en el análisis comparativo.

## 3.7 Análisis de Sitio

### Diagrama de uso de suelo

**Figura 3**

*Diagrama de zonificación*




Diagrama de uso de suelo / Fuente: Elaboración propia

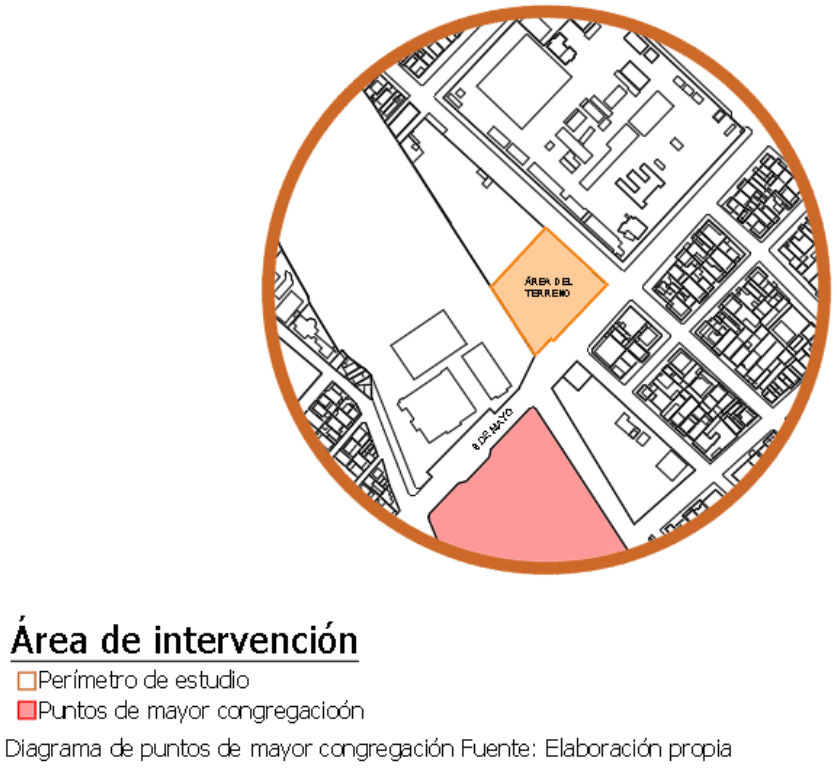
*Nota:* El terreno del proyecto donde se centrará dónde estará ubicado el centro de convenciones de Machala, a la vez que se observan zonas residenciales alrededor. Elaboración propia.

El uso del suelo en la zona donde se encuentra el terreno propuesto parece estar destinado a una mezcla de funciones residenciales y comerciales. Basado en el crecimiento económico de Machala, es probable que la zona esté en transición hacia un uso más diversificado, con posibles espacios destinados a infraestructura pública como un centro de convenciones, lo cual encaja con el propósito del proyecto. Es importante que el análisis del uso de suelo incluya una verificación del tipo de zonificación vigente y las normativas municipales que puedan influir en el desarrollo del proyecto.

### Puntos de mayor congregación poblacional

**Figura 4**

*Puntos de Mayor Congregación Poblacional*




*Nota.* En la figura se muestran zonas de un área de estudio en donde la población se concentra en ciertas horas del día, lo que resulta útil para entender el movimiento de la comunidad. Elaboración propia.

Se identifica que el parque Zoila Ugarte es uno de los puntos con mayor afluencia de personas en la ciudad, siendo un espacio público importante para la comunidad. Este parque, ubicado cerca del terreno designado, tiene un impacto directo en la movilidad de personas y en la interacción social de la zona, lo que lo convierte en un punto clave en términos de planificación de transporte y accesibilidad.

### Vialidad

**Figura 5**

*Diagrama Vial dentro del Área de intervención*




*Nota.* Se representa el área de intervención y la red de calles en base al nivel de importancia que tenga alrededor del proyecto, teniendo en cuenta cómo será la movilidad para tener más claro de la circulación vial. Elaboración propia

El área donde se encuentra el terreno cuenta con una red vial desarrollada, que facilita el acceso tanto para transporte privado como público. Sin embargo, el crecimiento de la población y el desarrollo económico de la ciudad han generado una sobrecarga en la infraestructura vial actual. El proyecto del centro de convenciones podría verse beneficiado de mejoras en la vialidad circundante, optimizando los accesos y minimizando posibles congestiones durante eventos de gran escala.

## Ámbito de Aplicación y Consideraciones del Estudio

### *Ámbito de la aplicación*

- Evaluación comparativa entre sistemas constructivos convencionales y la metodología BIM, centrándose en su eficiencia para la planificación temporal, control financiero y gestión de recursos en el proyecto del Centro de Convenciones de Machala.
- Diagnóstico de oportunidades y retos asociados a la implementación de BIM en el contexto local, considerando aspectos técnicos, operativos y formativos.
- Formulación de lineamientos estratégicos para la incorporación progresiva de BIM en proyectos de mediana y gran escala en la región.
- Aporte al desarrollo tecnológico del sector construcción mediante documentación de buenas prácticas aplicables en entornos con características similares.

### Consideraciones Metodológicas

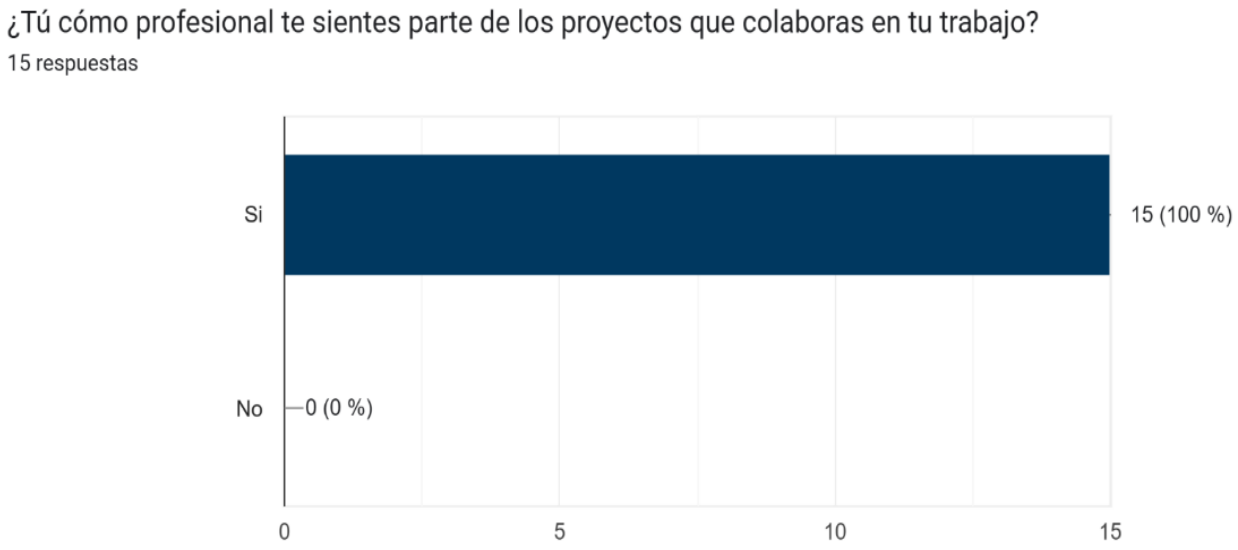
- Adaptación a capacidades locales: La disponibilidad limitada de equipos tecnológicos y personal capacitado en BIM podría requerir ajustes en las expectativas iniciales.

- Disponibilidad de referentes: La escasez de casos documentados de implementación BIM en la provincia de El Oro implica complementar el análisis con experiencias nacionales e internacionales.
- Variables subjetivas: Las percepciones y experiencias previas de los participantes pueden introducir sesgos en la recolección de datos, lo que será contrarrestado mediante la validación cruzada de información.
- Factores exógenos: Cambios en políticas públicas o fluctuaciones económicas no serán considerados como parte del análisis central, aunque se reconocerá su influencia potencial.

## 3.8 Encuesta

**Figura 6**

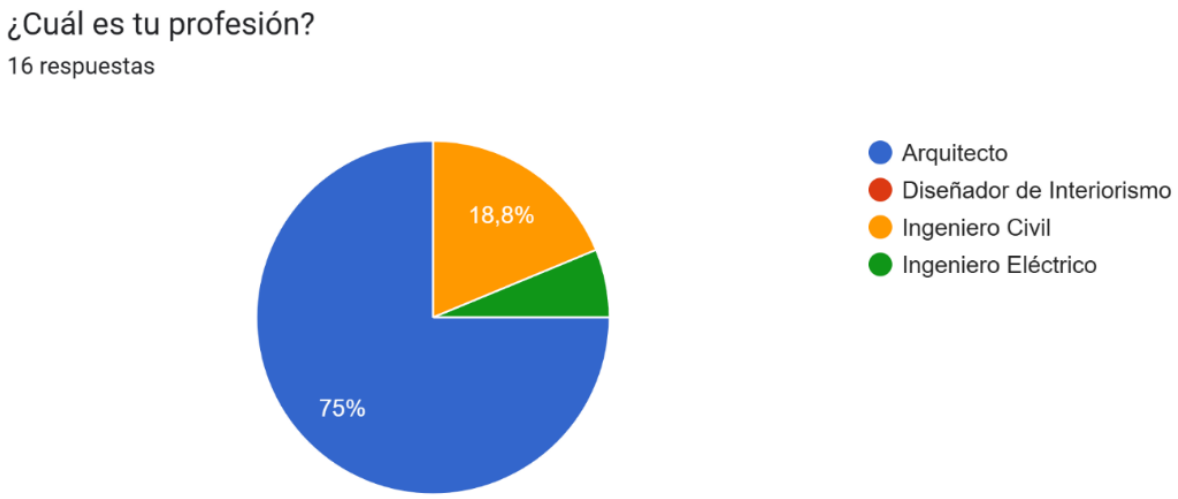
*Colaboración Profesional en los Proyectos*




*Nota.* El 100% de los encuestados indicaron que demuestran ser parte de proyectos que colaboran en el trabajo, lo que refleja un nivel alto de compromiso. Elaboración propia.

**Figura 7**

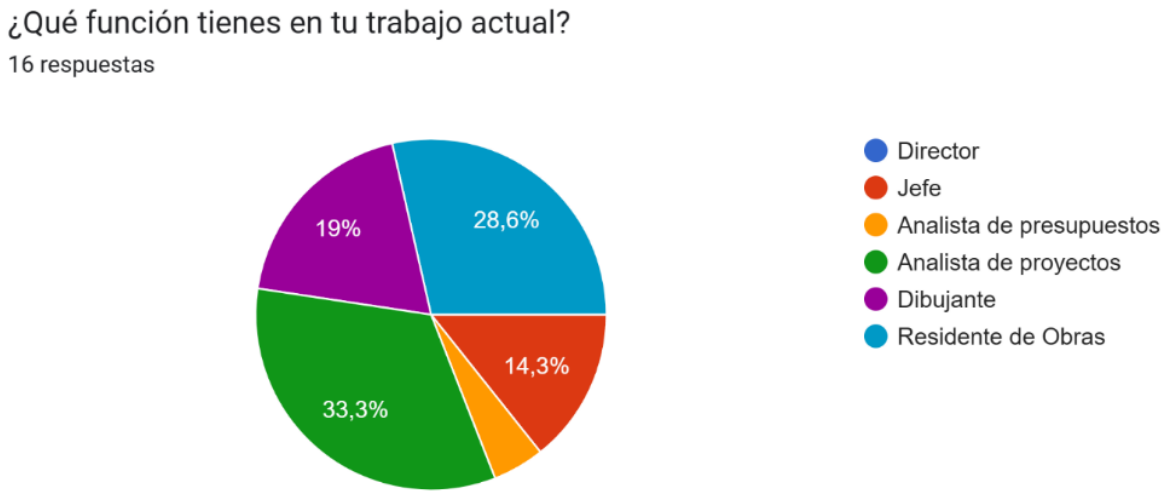
*Profesión de lo Encuestados*




*Nota.* El gráfico muestra total de 16 respuestas, el de mayor cantidad 75% corresponde a Arquitectos, seguido de un 18,8% a Ingenieros Civiles y un 6,2% de Ingeniero Eléctrico, lo que refleja una profesión predominante en el área de arquitectura. Elaboración propia

**Figura 8**

*Funciones de Profesionales en su trabajo actual*



*Nota.* La función del trabajo actual de cada profesional se tiene como predominancia un 33,3% en Analista de proyecto, un 28,6% en lo que corresponde a Residente de Obras, 19% en Dibujantes, en lo que corresponde a jefe se obtuvo un 14,3% y Analista de presupuestos con un 4,8%, esto nos refleja la diversidad que roles en el área de trabajo, por lo que es importante entender la distribución de responsabilidades y a la vez en cómo se podría optimizar una colaboración interdisciplinaria. Elaboración propia.

**Figura 9**

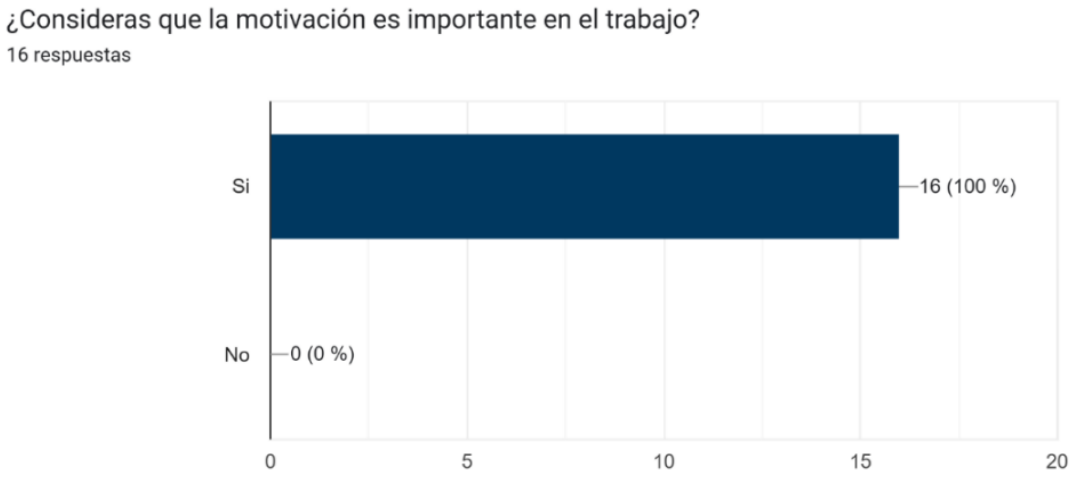
*Años de Experiencia en el sector de la Construcción*




*Nota.* Como resultado de los encuestados, la mayoría indico tener menos de 5 años de experiencia en el sector de la construcción, lo que nos indica una predominancia joven o que se encuentran en etapa temprana en la parte profesional con un 62,5% de resultado, mientras tanto los rangos de 5 a 10 años, 10 a 20 años y más de 20 años tuvieron una distribución equitativa del 12,5%, lo que es importante al momento de implementar BIM, debido a que el cambio y capacitaciones podría ser más con profesionales con poca experiencia en la construcción. Elaboración propia.

**Figura 10**

*Importancia de la Motivación en el Trabajo*




*Nota.* La encuesta dio como resultado que el 100% de los profesionales considerarían tener una motivación en el ámbito laboral, lo que refleja la necesidad de promover ambientes de trabajo que den ese impulso de compromiso y satisfacción profesional. Elaboración propia.

**¿Por qué?**

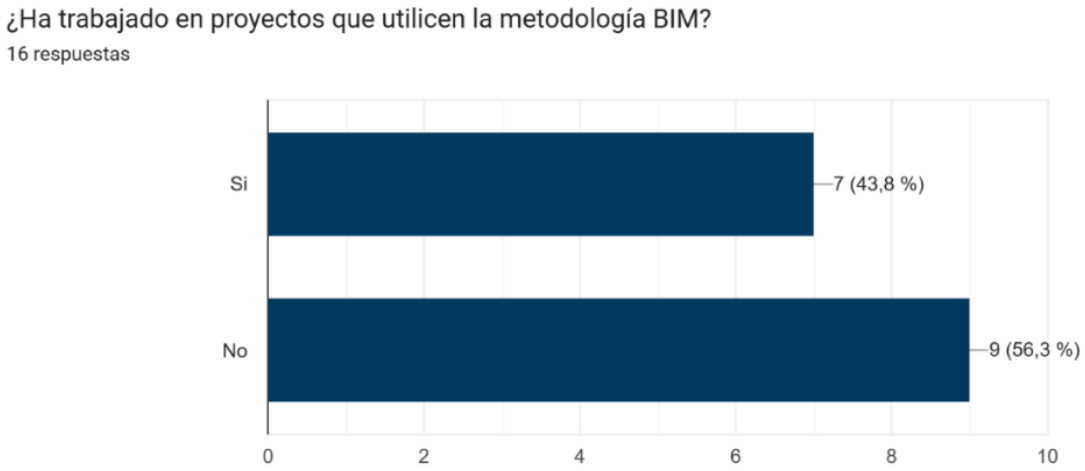
- Ayuda a tomar impulso
- La motivación es fundamental para darle sentido a lo que hacemos
- Porque si no te sientes motivado en lo que haces porque hacerlo
- Porque si estás sin una meta, si no sabes a lo que quieres o a donde quieres llegar pues te vas a quedar estancado y sin mejorar.
- Estimula al profesional a realizar el trabajo con esmero, eficiencia y eficacia.
- Es parte fundamental para llegar a una buena eficiencia y buen ambiente laboral
- Por qué te ayuda a mejorar en tus proyectos

- Desarrolla habilidades y destrezas de cada miembro del grupo, optimizando tiempo, recursos materiales y sobre todo un eficiente espíritu de cuerpo, que se ve en obra, desde prediseños hasta obra finalizada y a entera satisfacción de la parte contratante, generando así un efecto multiplicador muy positivo para que las empresas constructoras y cada profesional se afirmen en el mercado.
- En ocasiones por problemas personales necesitas motivación extra en tu lugar de trabajo
- Ayuda a sobrellevar el estrés que a veces se acumula naturalmente por la complejidad de los proyectos y manejo del talento humano
- Porque si no uno se desmotiva y no busca impulsar su trabajo
- Por qué uno puede ir a cumplir lo que le toca y ser competente, pero para poder mantener algo a largo plazo se necesita un motivo o una razón para continuar. La motivación es como la gasolina que permite que te levantes a seguir trabajando.
- Te sientes ganador en todo lo que haces
- Para poder sentirse parte del trabajo

Los resultados en base a la motivación en el trabajo son importantes ya que además de llevar un cumplimiento de labores, consideran de manera esencial el bienestar, crecimiento profesional y sobre todo la calidad de trabajo, lo que indica la importancia de implementar habilidades que impulsen y mantengan motivada al personal de trabajo, en especial en lugares complejos como el sector de la construcción.

**Figura 11**

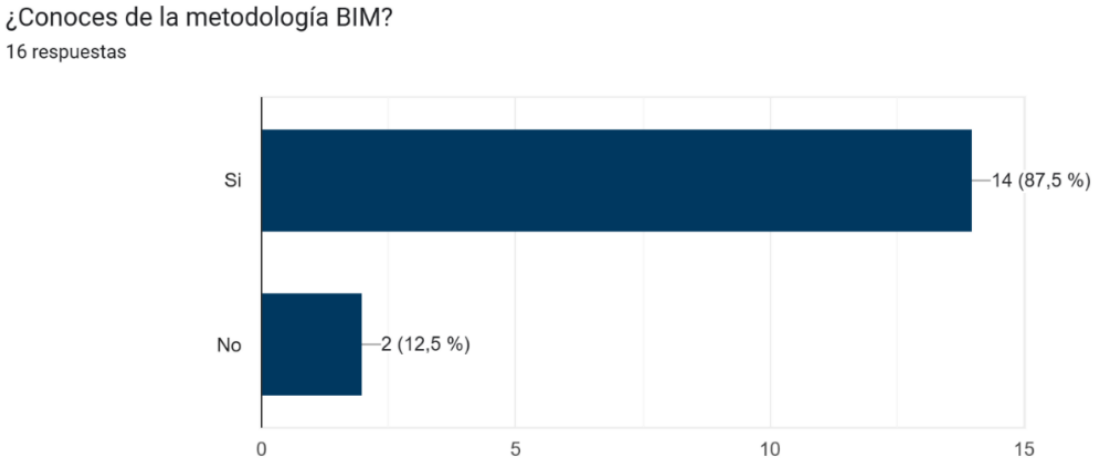
*Experiencia de Profesionales Utilizando la Metodología BIM*




*Nota.* El total de los encuestados dio como resultado un 43,8% que no han trabajado en proyectos donde empleen metodología BIM, mientras tanto, el 56,3% indicó que no ha tenido la experiencia de trabajar en esa área, por lo que el resultado da como evidencia que si se están familiarizando más de la mitad con la metodología BIM. Elaboración propia.

**Figura 12**

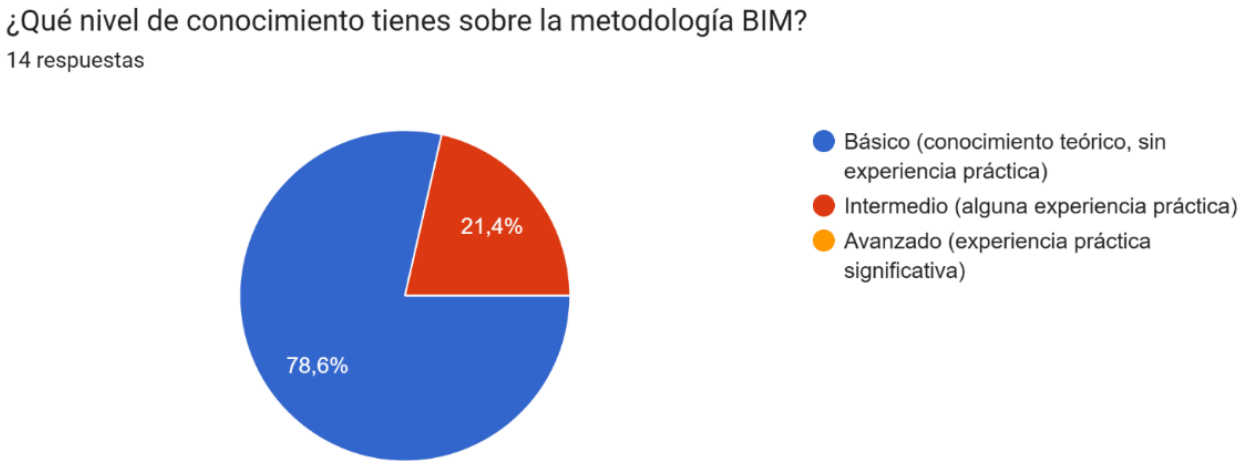
*Nivel de conocimiento de la Metodología BIM*



*Nota.* El 87,5% de los encuestados tiene el conocimiento necesario en la Metodología BIM, lo que es un punto positivo ya que el nivel de conocimiento esperado es alto, en comparación del 12,5% que no tienen conocimiento, lo que necesitarían recibir capacitaciones tanto en instituciones públicas como privadas. Elaboración propia.

**Figura 13**

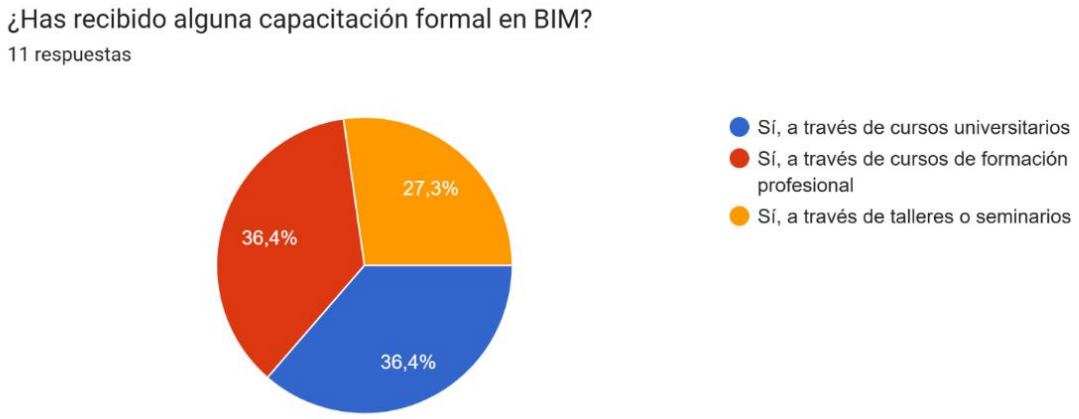
*Nivel de Conocimiento sobre la Metodología BIM*




*Nota.* De los 14 profesionales el 78,6% tienen conocimiento básico sobre la metodología, mientras que el 21,4% tienen un nivel intermedio en algunas experiencias prácticas, por otra parte, en el nivel avanzado no hubo respuesta, por lo que se que el conocimiento esta presente, pero tienen una practica limitada, lo que conlleva a fortalecer conocimientos con capacitaciones.

**Figura 14**

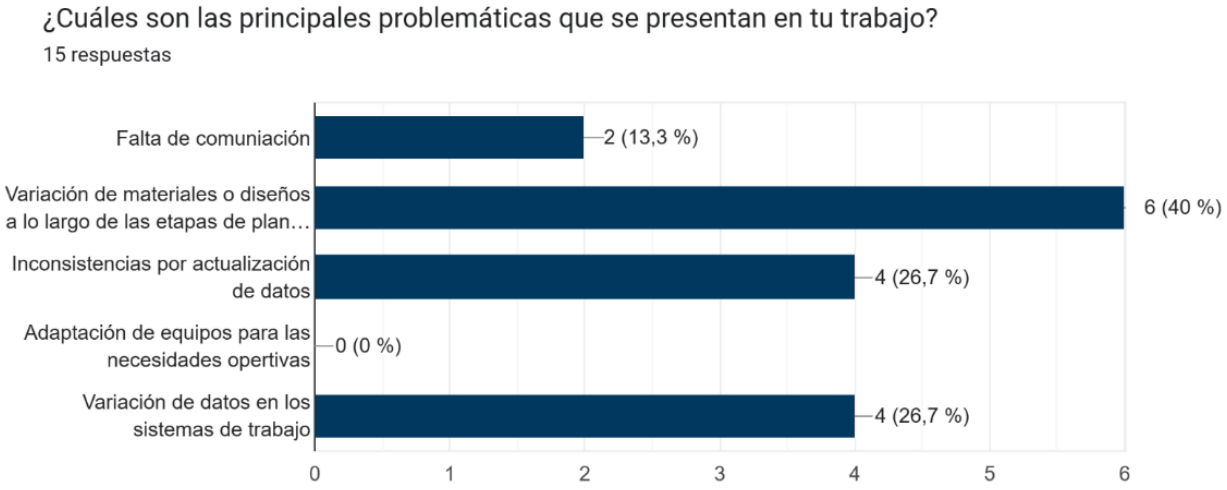
*Tipo de Capacitación Formal en BIM*




*Nota.* De las 11 personas se refleja que el 36,4% si recibió una capacitación a través de cursos universitarios, por otra parte, el 36,4% recibieron capacitaciones a través de cursos de formación profesional, mientras que un 27,3% recibieron capacitaciones a través de talleres o seminarios, lo que se evidencia las diferentes formas de aprendizaje en cuanto a la modalidad de aprendizaje. Elaboración propia.

**Figura 15**

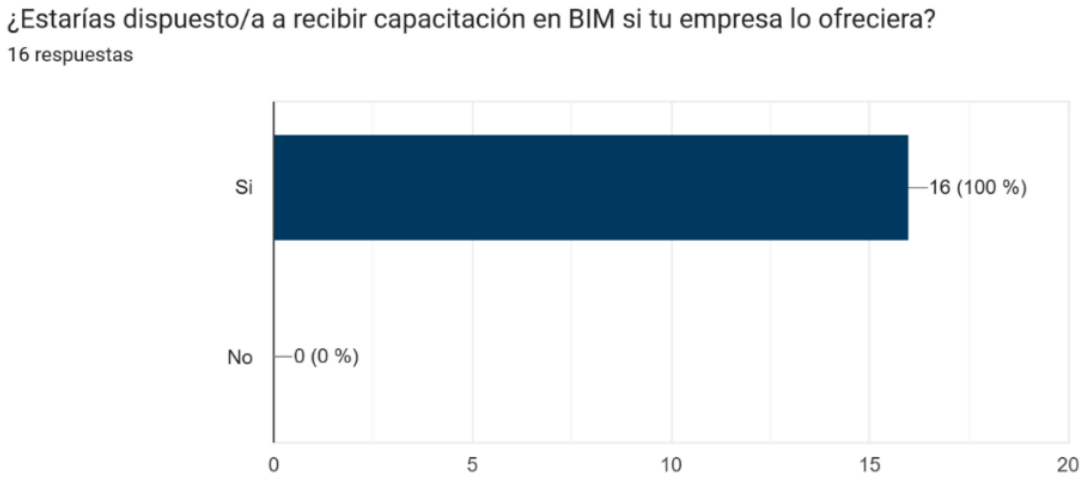
*Principales Problemáticas en el ámbito laboral*



*Nota.* Como resultados obtenidos ante las principales problemáticas hacia 15 personas encuestadas, se obtuvo que un 40% tienen problemas en la variación de materiales o los diseños en las etapas de planificación, en lo que respecta a inconsistencias por actualización de datos se obtuvo un 26,7%, así mismo un 26,7% tienen problemas en la variación de datos en los sistemas de trabajo, como penúltimo detalle se evidencia un 13,3% se refleja en la falta de comunicaciones, mientras que no fue señalada la adaptación de equipos para necesidad operativa, estos resultados indican desafíos en la parte de gestión tanto de información como de coordinación. Elaboración propia.

**Figura 16**

*Disposición para Recibir Capacitación en BIM por medio de la Empresa*




*Nota.* La encuesta realizada indica al 100% que si estarían dispuestos a recibir capacitación acerca de la metodología BIM siempre y cuando la empresa le ofreciera, lo que indica una motivación por parte del equipo de trabajo con la finalidad de mejorar sus capacidades y presentando una gran oportunidad para las instituciones públicas y privadas que intenten integrar BIM, lo que facilitaría para obtener flujos de trabajo con más eficiencia y mayor colaboración.

**Razones Personales y Profesionales que Promuevan el Desempeño Profesional**

***¿Qué es lo que te levanta todos los días para trabajar?***

- El gusto por la Arquitectura
- Las deudas
- Las ganas de tener dinero
- El superarme a mí mismo y el orgullo de mi familia
- La necesidad de mantenerme activa, desarrollar mi profesión y los réditos económicos que el trabajo me da.
- Amo mi carrera, eso me motiva y seguir aprendiendo
- Mejorar
- Ser generador de fuentes de trabajo
- Cambios en mi ciudad
- Hoy por hoy la necesidad del ingreso
- Un sustento para mí y mi hija
- La posibilidad de crecer como profesional y darle una mejor vida a mi familia que algún día pienso formar.
- Ganas de aprender
- Mayor aprendizaje

***¿Qué es lo que te gustaría compartir de ti o de tu conocimiento al mundo?***

- Conocimientos sobre Diseño
- Sobre mis experiencias a lo largo de mis años de trabajo

- La parte urbana y los errores que no debemos cometer al realizar un diseño urbano
- De mi pues la ganas de darlo todo y de conocimiento no busco darlo, cuando veo que alguien necesita ayuda si se la doy.
- Que cuando se trabaja con ganas de superarse, el trabajo es divertido.
- Mis experiencias laborales, cada una es distinta y con diferentes niveles de exigencia
- Cómo podemos transformar a las ciudades
- Ser profesional en lo que te apasiona, trabajas con alegría, optimismo y adicionales cuentas con un rédito económico
- La innovación que impongo en mis diseños
- Relatar lo que he acumulado y enfrentado en mi experiencia laboral
- El mercado de la construcción está saturado y el Trabajo de diseño está invalidado
- La capacidad de sobreponerse en las dificultades no desde un esfuerzo máximo sino de una forma de tener herramientas que nos permita esforzarnos con lo poco que tenemos para dar, pero con el mismo rendimiento gracias a las cosas que hemos cosechado como profesionales.
- Mi manera de trabajar

## 3.9 Resultados de la Encuesta

### Nivel de conocimiento sobre BIM

- La mayoría de los profesionales encuestados reconoce el término “BIM”, aunque muchos no lo han implementado en sus proyectos.
- Algunos lo conocen por capacitaciones o referencias académicas, pero no forma parte de su práctica profesional habitual.

**Percepción sobre el impacto de BIM**

- Se destaca una alta valoración del potencial del BIM, especialmente en:
- Optimización de tiempos
- Reducción de errores
- Mejora del control de costos
- Coordinación interdisciplinaria

***Interpretación***: Los profesionales identifican correctamente los beneficios clave del uso de BIM, lo que demuestra una actitud positiva hacia su incorporación en proyectos públicos.

**Principales limitaciones identificadas**

- Falta de formación especializada
- Escasez de profesionales capacitados
- Dificultades para integrar BIM en procesos gubernamentales tradicionales
- Costo inicial de implementación

***Interpretación:*** Estas barreras refuerzan la necesidad de establecer estrategias de capacitación y fases piloto para introducir BIM en el sector público**.**

## 3.10 Análisis e interpretación de resultados

Los profesionales encuestados tienen un conocimiento parcial de la metodología BIM, mayormente teórico y sin experiencia práctica. Aunque muestran una percepción positiva sobre sus beneficios especialmente en planificación y control de costos, el concepto de BIM 5D no es claramente comprendido. La mayoría lo relaciona con presupuestos, pero sin precisión técnica. Entre las principales barreras para su implementación destacan la falta de capacitación, la escasa

difusión en el sector público, y los costos iniciales. En conjunto, los resultados evidencian una apertura favorable hacia BIM, pero también una necesidad urgente de formación especializada y apoyo institucional para su adopción efectiva.

## 3.11 Cronograma interno de trabajo

**Tabla 2**

*Cronograma Interno de Trabajo del Proyecto de Investigación*

| **CRONOGRAMA INTERNO DE TRABAJO** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE DE ACTIVIDADES** | **Duración (Horas)** | **Inicio** | **Fin** | **Estado** |
| **PRIMERA FASE** | | | | |
| Definir la propuesta de proyecto (problemática y alcance) | 6 | 31/8/2024 | 1/9/2024 | Completado |
| Definir los objetivos, antecedentes | 6 | 31/8/2024 | 1/9/2024 | Completado |
| Definición de las preguntas de investigación | 6 | 31/8/2024 | 1/9/2024 | Completado |
| Definición de los temas a tratar Marco referencial | 3 | 6/9/2024 | 6/9/2024 | Completado |
| Construcción del Marco referencial | 19 | 6/9/2024 | 15/9/2024 | Completado |
| Construcción del marco conceptual | 3 | 6/9/2024 | 15/9/2024 | Completado |
| **TOTAL, HORAS** | 43 | | | |
| **SEGUNDA FASE** | | | | |
| Construcción del Marco Legal | 3 | 8/9/2024 | 15/9/2024 | Completado |
| Armar el marco metodológico | 9 | 20/9/2024 | 22/9/2024 | Completado |
| Realizar las preguntas para la encuesta | 2 | 20/9/2024 | 22/9/2024 | Completado |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Revisión del documento para corregir errores | 9 | 22/9/2024 | 23/9/2024 | Programado |
| Realización del power point para presentación | 16 | 22/9/2024 | 23/9/2024 | Programado |
| **TOTAL, HORAS** | 39 | | | |
| **TERCERA FASE** | | | | |
| Realización de las encuestas proyectadas | 8 | 23/9/2024 | 29/9/2024 | Programado |
| Tabulación y Análisis de los datos de la Encuestas | 8 | 29/9/2024 | 5/10/2024 | Programado |
| Elaboración de los cuadros y barras | 7 | 24/9/2024 | 27/9/2024 | Programado |
| Interpretación de los datos | 10 | 8/10/2024 | 12/10/2024 | Programado |
| Elaboración de los documentos financieros | 7 | 18/10/2024 | 25/10/2024 | Programado |
| Elaboración de los planos BIM | 8 | 15/10/2024 | 2/11/2024 | Programado |
| Desarrollo del modelo de negocio a ejecutar | 8 | 2/11/2024 | 3/11/2024 | Programado |
| Delineamiento de los procesos del negocio | 6 | 15/11/2024 | 25/11/2024 | Programado |
| Generación del plan de arquitectura sostenible del proyecto | 12 | 25/11/2024 | 25/12/2024 | Programado |
| Hacer las conclusiones y recomendaciones respectivas | 9 | 10/1/2025 | 20/1/2025 | Programado |
| Elaboración de la Presentación del proyecto final | 10 | 25/1/2025 | 20/3/2025 | Programado |
| **TOTAL, HORAS** | 93 | | | |

175

*Nota.* En el cronograma se detalla una planificación interna del proyecto del cual esta organizada en 3 fases, la primera fase se centra en formulaciones teóricas de los problemas y la elaboración de un marco referencial, como segunda fase se enfoca en la metodología a implementar y aplicación de encuestas, como tercera fase se tiene en referencia al análisis de datos, resultados y elaboración final del proyecto.

# CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL TEMA

## 4.1 Plan de Ejecución BIM (BEP)

### Descripción del Proyecto

- **Nombre del Proyecto**: Bloque Constructivo – Centro de Convenciones en la ciudad de Machala
- **Ubicación**: Machala, El Oro, Ecuador
- **Cronograma del Proyecto**: 2024-2025.
- **Alcance del Proyecto**: diseño arquitectónico, estructural, MEP, cantidades y presupuestos

### Equipo De Proyecto

#### *Roles y Responsabilidades*

**Tabla 3**

*Equipo de Trabajo y Roles en la Gestión y Supervisión*

| Equipo/Rol | Empresa a cargo | Responsable | Teléfono | Email |
|---|---|---|---|---|
| **GESTIÓN DE PROYECTO BIM** | | | | |
| Jefe del Proyecto | | Ing. Xavier Verdy | | |
| BIM Manager | | Arq. John Jaya | | |
| Coordinador General BIM | | Ing. Andrés Sánchez Arévalo | | |
| **DISEÑO ARQUITECTÓNICO** | | | | |
| Especialista BIM | | Arq. Luis Navarrete | | |
| Coordinador BIM | | Arq. Jean Piere Loayza | | |
| Modelador BIM | | Arq. Ariana Astudillo | | |
| **DISEÑO ESTRUCTURAL** | | | | |
| Coordinador BIM | | Arq. Ronald Torres | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Modelador BIM | | Ing. Dino Parra | | |
| **INSTALACIONES ELÉCTRICAS** | | | | |
| Especialista BIM | | Ing. Pablo Ambrossi | | |
| **INSTALACIONES SANITARIAS** | | | | |
| Especialista BIM | | Ing. Dino Parra | | |

*Nota.* La tabla presenta una estructura del equipo BIM, asignando roles en diferentes disciplinas que involucran la gestión BIM, diseños arquitectónicos, estructurales, eléctricas y sanitarias, por lo que en cada especialidad se tiene a un responsable encargado para supervisar y coordinar el flujo de trabajo. Elaboración propia.

### *Revisión del Desarrollo de la Información*

**Tabla 4**

*Revisión del Desarrollo de la Información por Etapa*

| Etapa | Paquete de información | Periodicidad |
|---|---|---|
| Diseño arquitectónico | Plantas Arquitectónicas, Fachadas, Secciones Arquitectónicas | Semanal |
| Diseño estructural | Planos de cimentación, planos de cubierta, Pórticos | Bisemanal |
| Diseño MEP | Planos MEP | Bisemanal |
| Planificación | Cronograma y presupuesto | Bisemanal |

*Nota.* En la tabla se detalla las etapas del proyecto con su respectivo paquete de información y periodicidad, con la finalidad de establecer entregas semanales para el diseño arquitectónico y bisemanal para las actividades de diseño estructural, diseño MEP y Planificación, teniendo un mayor control del avance. Planificación propia

## Objetivos y Usos Bim

### *Objetivos BIM*

- Optimizar la colaboración entre disciplinas durante las fases de diseño y planificación.
- Minimizar errores y discrepancias mediante la detección temprana de problemas.
- Implementar una estrategia constructiva eficiente mediante simulaciones 4D, con cálculos detallados de costos 5D.
- Asegurar altos estándares en la calidad del diseño y la generación de documentación técnica.

### *Usos BIM*

**Tabla 5**

*Usos BIM, Valor para el Proyecto, Responsables*

| **USO BIM** | **Valor para el proyecto** | **Responsables** | **Características para el USO BIM** |
|---|---|---|---|
| | **(Alta/Media/Baja)** | | |
| Planeación de Fases | Baja | Coordinador de proyecto | Conocimiento en sistemas de construcción. |
| Modelado y Control 3D | Alta | Coordinador de Proyecto | Habilidad para el manejo del software Revit. |
| Planificación 4D | Alta | Arquitecto del Proyecto | Habilidades de planeación y gestión de proyectos. |

*Nota.* La tabla describe los usos del BIM que se implementan en el proyecto, a la vez con parámetros de valor para el proyecto, responsables y características, lo que destaca al responsable necesario para el manejo de BIM en su respectiva área. Elaboración propia

## Procesos de Ejecución Bim

### *Entrega de modelos*

**Tabla 6**

*Frecuencia para le Entrega de Modelos*

| Modelo | Responsable | Frecuencia |
|---|---|---|
| Modelo arquitectónico | Especialista BIM - arquitectura | Semanal |
| Modelo estructural | Coordinador BIM - estructuras | Bisemanal |
| Modelo BEP | Especialista BIM - BEP | Bisemanal |

*Nota.* La tabla nos muestra la frecuencia que tiene cada modelo con su respectivo responsable, como el modelo arquitectónico que este encargado el Especialista BIM con una frecuencia semanal, el modelo estructural encargado el coordinador BIM con una frecuencia bisemanal y finalmente el modelo BEP con un especialista BIM-BEP con una frecuencia bisemanal, lo que permite tener actualizada la información. Elaboración propia

### *Coordenadas del Proyecto*

**Tabla 7**

*Datos Generales del Proyecto*

| | | |
|---|---|---|
| **Proyecto**: Centro de Convenciones | | |
| **Ubicación del Proyecto:** | S: 3°15'50.05 | O: 79°57'49.91 |

*Nota.* La tabla indica la ubicación del proyecto para identificar con mayor precisión donde estará localizado en el área urbana de la ciudad de Machala. Elaboración Propia.

### Intercambios de Información Bim

**Tabla 8**

*Información a intercambiar, Disciplina, Frecuencia y Formato*

| Información a intercambiar | Disciplina | Frecuencia | Formato |
|---|---|---|---|
| Modelo 3D | Técnico | Diario | RVT |
| Entregables | Técnico | Mensual | RVT, DWG, PDF |
| Información base del proyecto | Comercial | Única | PDF |

*Nota.* En esta tabla se especifica los diferentes tipos de información a intercambiar, para la entrega de Modelo 3D se necesitará de un técnico que desempeñe su trabajo de manera diaria y entregue los proyectos en formato Revit, a la vez otro técnico que deberá entrar mensualmente formatos Revit, AutoCAD y pdf, lo que garantiza el flujo de la información transparente y bien estructurado. Elaboración propia.

## Requisitos de Data Management

### *Estándares y Protocolos*

**Tabla 9**

*Estándares y Protocolos*

| Función | Nombre | Estándar /Protocolos | Descripción |
|---|---|---|---|
| Gestión BIM | Organización y digitalización de la información BIM | Serie INTE/ISO 19650 | Estándar global para la administración de datos durante todas las etapas del ciclo de vida de una edificación, aplicando la metodología de modelado de información para la construcción (BIM). |
| Conceptos y Términos | BIM Project Execution Planning Guide – Version 3 Draft | Penn State College of Engineering BEP Guide | Definición de Usos BIM. |
| Base Tecnológica | IFC | ISO 16739-1 | Formato abierto para el intercambio de información entre software |
| Base Tecnológica | BCF-BIM Collaboration Format | Building Smart BCF | Estándar de acceso libre para la gestión colaborativa en BIM. Define las secciones clave de un SDI BIM y detalla el flujo de intercambio de información entre los distintos participantes del proyecto. |
| Estructura y clasificación de información | Master format | CSI Division 50 | Clasificación de especificaciones y alcance de trabajo. |

*Nota.* La tabla representa funciones, nombre y estándares, empleados en la gestión de información con el apoyo de la metodología BIM, lo que asegura una información mejor estructurada con los responsables del proyecto

### *Nomenclatura de Documentos BIM*

**Tabla 10**

*Referencia Bibliográfica para la Nomenclatura de Documento BIM*

| Nomenclatura | Acceso |
|---|---|
| Manual de Nomenclatura de Documentos al utilizar BIM, buildingSMART Spain | https://www.buildingsmart.es/recursos/nom enclatura- |

*Nota.* En la tabla se muestra la fuente utilizada para establecer el manual de nomenclatura de los documentos para la utilización del BIM. Elaboración propia.

### Procedimientos de Colaboración

En este proyecto, el manejo de la información entre los especialistas de cada disciplina y el modelador/coordinador BIM se llevará a cabo de manera digital mediante una carpeta compartida en Google Drive, administrada por el BIM Manager. Los responsables de cada disciplina subirán la información correspondiente en el espacio colaborativo, por otra parte, el coordinador BIM se encargará de revisarla, formular un análisis y generar los reportes correspondientes dentro del mismo entorno. El procedimiento garantiza que exista un flujo de trabajo estructurado la validación he intercambio de datos, mejorando la colaboración y comunicación con los encargados de la obra.

### Control de Calidad

**Tabla 11**

*Lista de Chequeo, Responsables, Etapas del Proyecto y Frecuencia*

| Lista de chequeo | Responsable | Etapa del proyecto | Frecuencia |
|---|---|---|---|
| Revisión del modelado 3D | Coordinador BIM | Diseño | Semanal |
| Revisión de interferencias | Coordinador BIM | Diseño | Cuando se realicen cambios |
| Revisión de final | BIM Manager | Diseño | Única |

*Nota.* Se detallan las actividades de revisión del modelado en 3D por medio del coordinador BIM en la etapa de diseño semanalmente, mientras que la revisión de interferencias lo realiza el mismo coordinador BIM, pero con una frecuencia cuando se realicen cambios, finalmente una revisión final por el BIM manager en la etapa de diseño de manera única, lo que asegura una buena coordinación interdisciplinaria. Elaboración propia.

### Infraestructura Tecnológica

#### *Versiones de Software*

**Tabla 12**

*Programas Utilizados por Disciplina*

| Disciplina | Use | Software | Versión |
|---|---|---|---|
| Arquitectura | Diseño | Revit | 2025 |
| Estructura | Diseño | Revit | 2025 |
| MEP | Diseño | Revit | 2025 |

*Nota.* Se indica en la tabla las disciplinas, usos, software y versión a emplearse, lo que facilitaría la coordinación y operación para tener un flujo de trabajo bueno. Elaboración propia.

### Entregables del Proyecto

**Tabla 13**

*Documentación y Responsables*

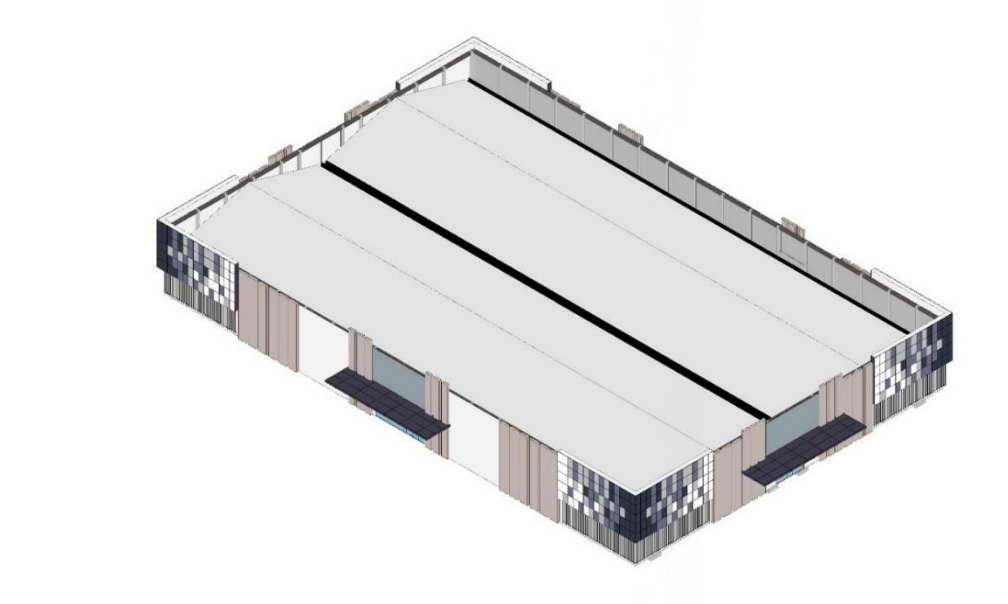
| Documentación | Descripción | Formato | Responsable |
|---|---|---|---|
| Plan de Ejecución BIM (BEP) | Documento que define roles, responsabilidades, estándares y procedimientos para la implementación de BIM en el proyecto. | PDF | Jefe del Proyecto |
| Modelos BIM | Versiones actualizadas del modelo en diferentes etapas del proyecto, desde diseño conceptual hasta la entrega final. | PDF- RVT | BIM Manager |
| Especificaciones Técnicas | Detalles sobre materiales, métodos de instalación y estándares relacionados, vinculados al modelo BIM. | PDF | Especialista BIM |
| Reporte de avance y resultado de la aplicación de usos BIM | Resumen periódico que mide el progreso y la efectividad de la implementación de BIM en el proyecto. | PDF- EXCEL | Coordinador BIM |

*Nota.* La tabla detalla los principales documentos generados en el desarrollo del proyecto, con su debida descripción, formato a presentar y el responsable de cada documentación. Elaboración propia.

## 4.2 Plano y Modelado Arquitectónico

**Figura 17**

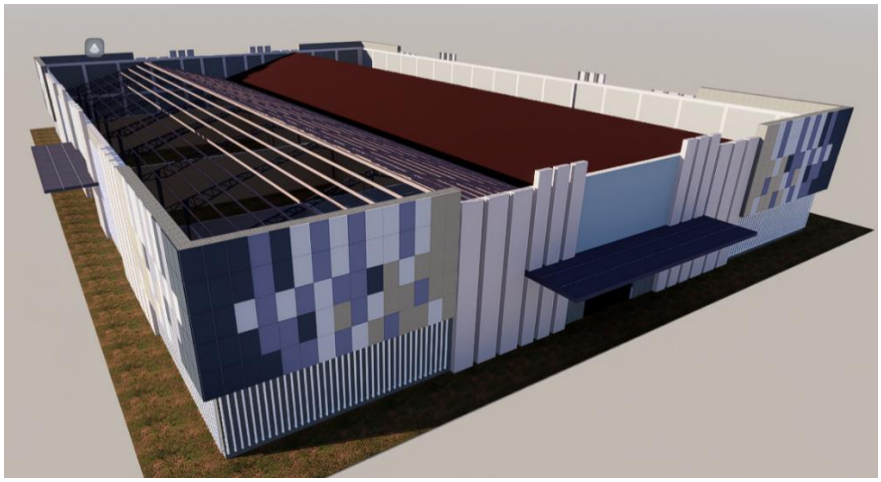
*Vista Axonométrica del Modelo Arquitectónico del Centro de Convenciones*



*Nota.* La figura presentada es una vista axonométrica que representa un modelo tridimensional del centro de convenciones. Elaboración propia.

**Figura 18**

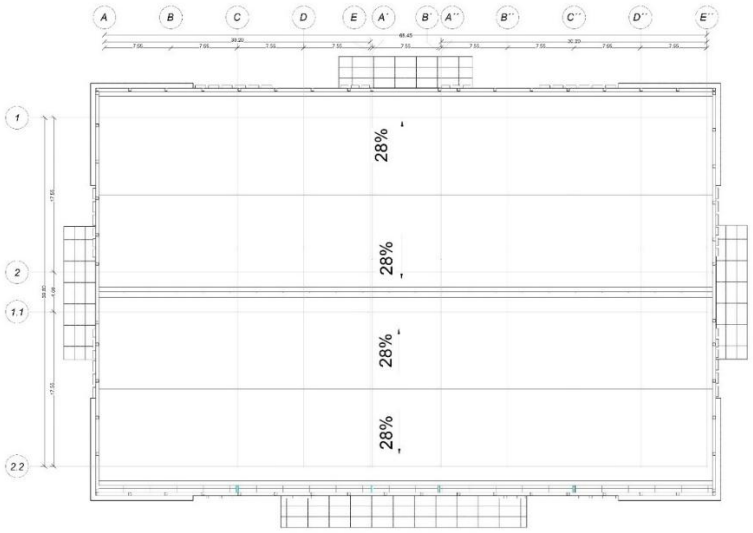
*Render del Modelo Centro de Convenciones*



*Nota.* Render generado para una mayor visualización del modelo. Elaboración propia.

**Figura 19**

*Plano de Cubiertas en 2D*




*Nota.* La figura representa el plano general de la cubierta, incluyendo porcentajes para la evacuación pluvial. Elaboración propia.

## Plano de Cubiertas

**Figura 20**

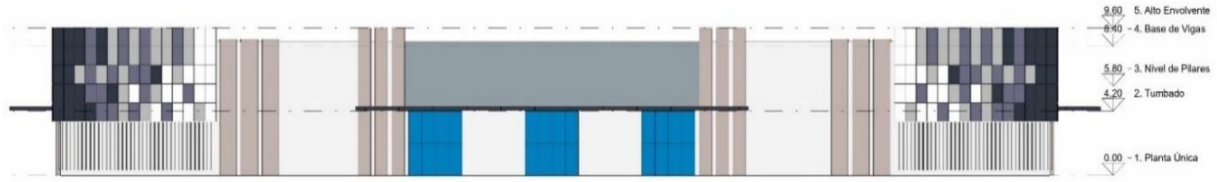
*Distribución del Plano Arquitectónico*



*Nota.* La figura presenta la distribución del plano arquitectónico en 2D, observando el área funcional del proyecto y a la vez la distribución de cada área, lo que nos permite analizar el funcionamiento del mismo. Elaboración propia.

**Figura 21**

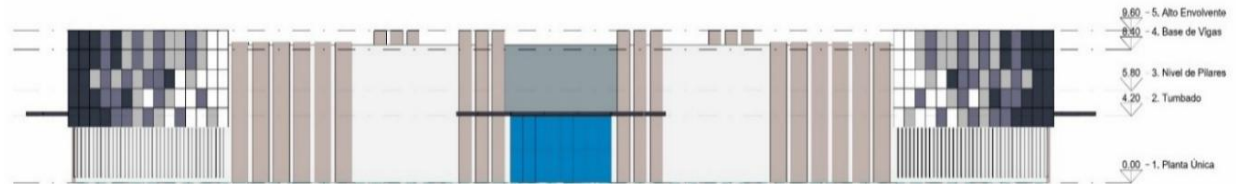
*Fachada Principal*




*Nota.* Vista frontal de la fachada principal del Centro de Convenciones, visualizando el modulado vertical. Elaboración propia.

**Figura 22**

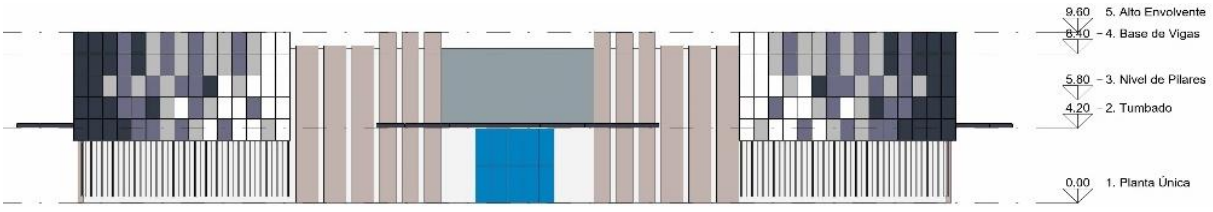
*Fachada Posterior*




*Nota.* Visualización Posterior del edificio. Elaboración propia

**Figura 23**

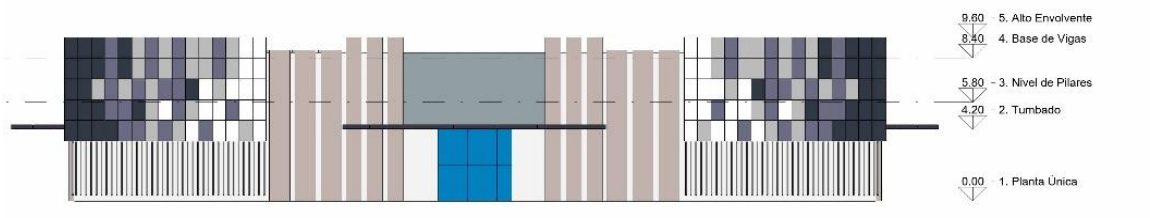
*Fachada Lateral Derecha*




*Nota.* Visualización de la fachada lateral derecha, observando la aplicación de los materiales con un contraste visual. Elaboración propia.

**Figura 24**

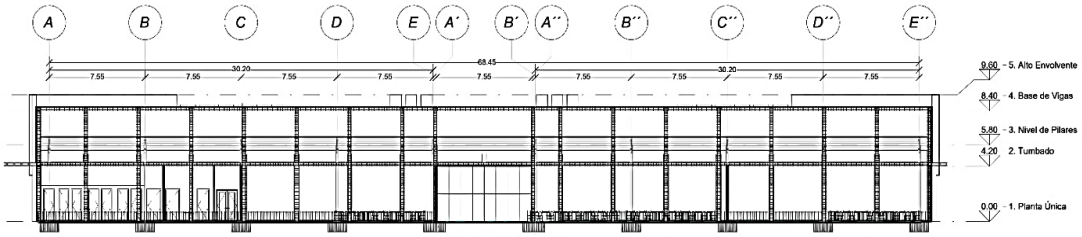
*Fachada Lateral Izquierda*




*Nota.* Visualización de la elevación lateral reflejando la simetría en comparación con la fachada lateral derecha. Elaboración propia.

**Figura 25**

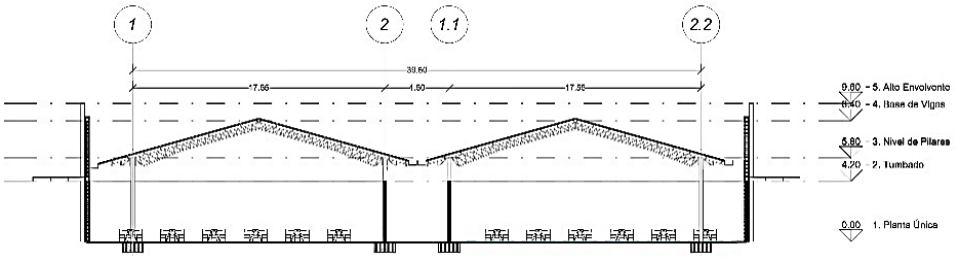
*Vista de Sección: Corte Longitudinal*




*Nota.* Vista de la sección longitudinal mostrando parte de la estructura del edificio con sus respectivos niveles. Elaboración propia.

**Figura 26**

*Vista de Sección: Corte Transversal*

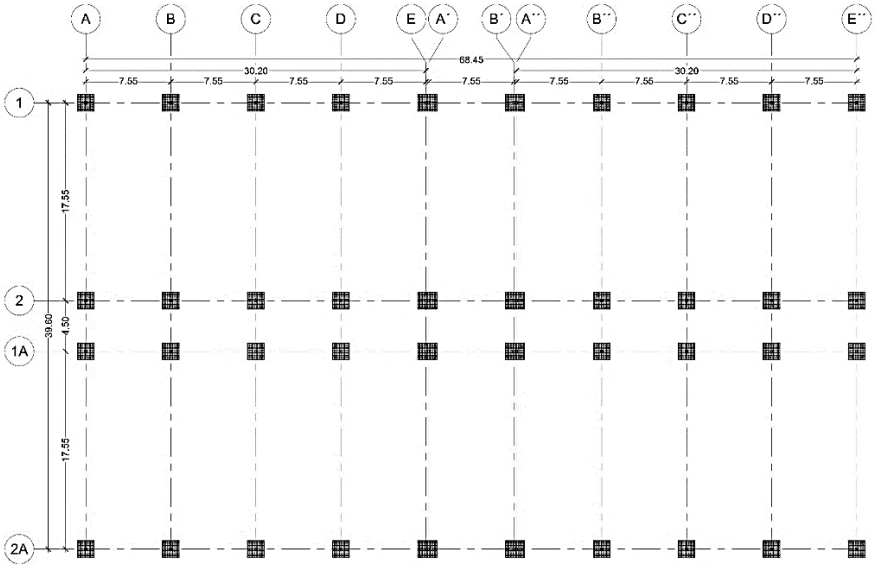



*Nota.* Vista de la sección transversal de la estructura, identificando niveles y permitiendo comprender el diseño con más claridad. Elaboración propia.

## Planos y Modelado Estructural

**Figura 27**

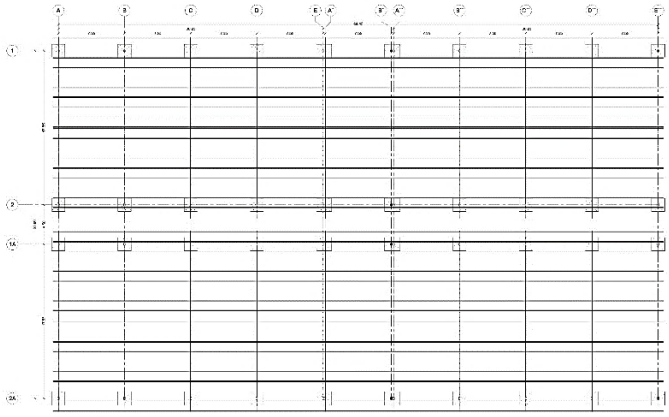
*Plano de Cimentación*




*Nota.* Visualización del Plano de Cimentación donde nos muestra elementos correspondientes a la cimentación lo que corresponde a zapata aislada. Elaboración propia.

**Figura 28**

*Plano de Cubierta Estructural*

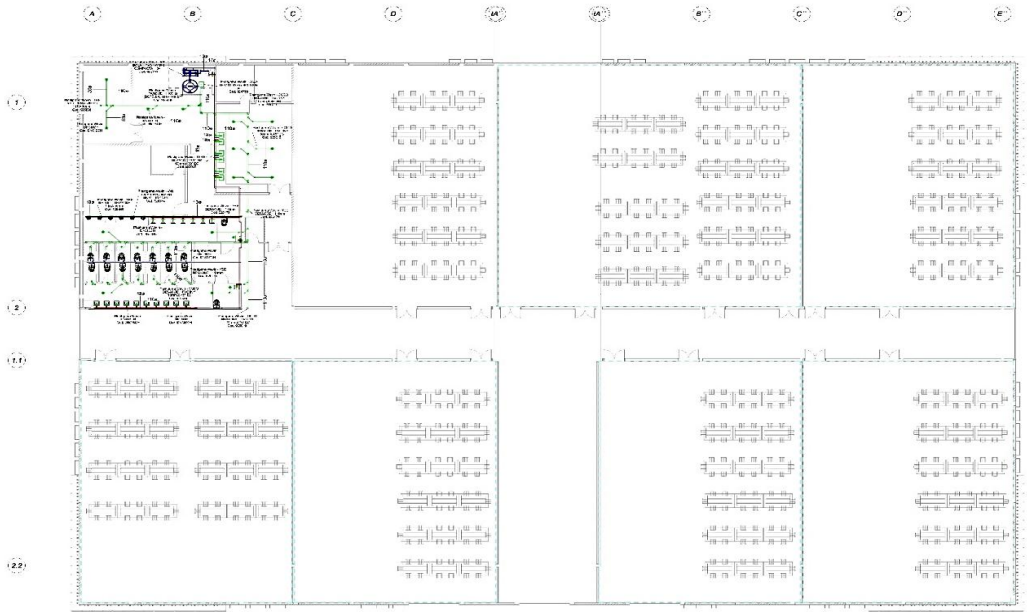


*Nota.* Representación de la cubierta en donde se visualiza las vigas principales y secundarias, lo que nos permite coordinar instalaciones, soportes para elementos del techado y cargas transmitidas. Elaboración propia.

## Planos y Modelado Sanitario

**Figura 29**

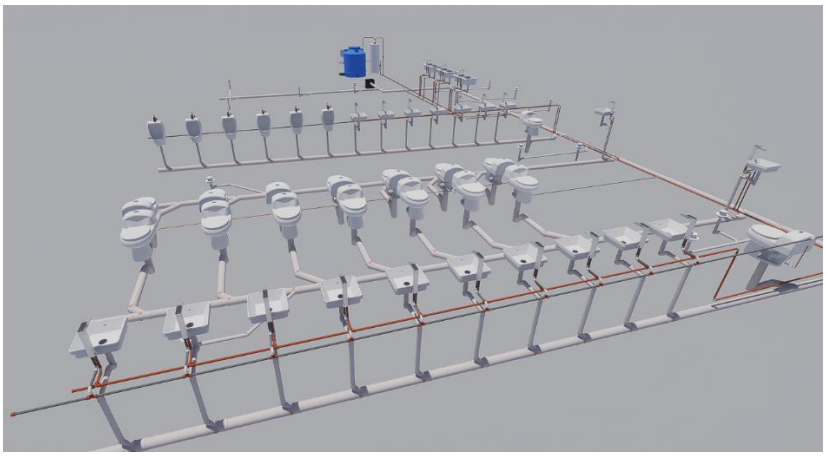
*Modelo Sanitario*



*Nota.* Visualización del plano del modelo sanitario incluyendo la red de agua potable, desagüe. Elaboración propia.

**Figura 30**

*Render del Sistema Sanitario*

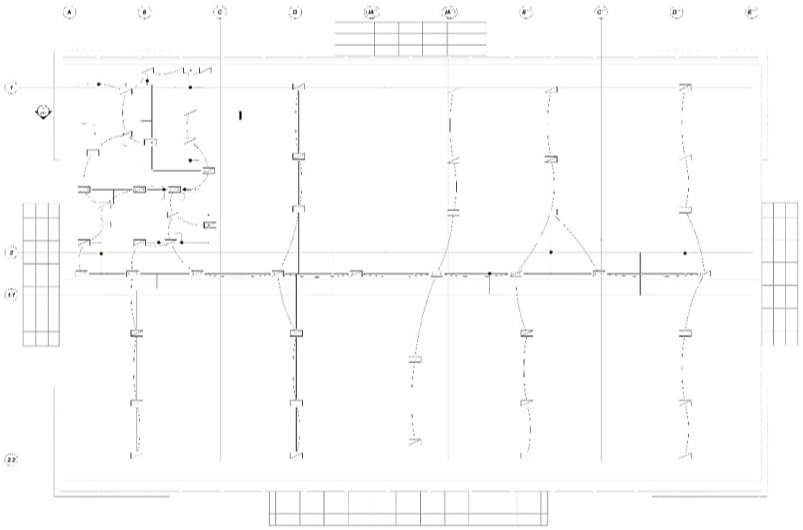


*Nota.* Visualización en 3d del sistema sanitario representando las conexiones sanitarias, tuberías, accesorios y distribución. Elaboración propia.

### Plano y Modelado Eléctrico

**Figura 31**

*Modelo Eléctrico del Proyecto*

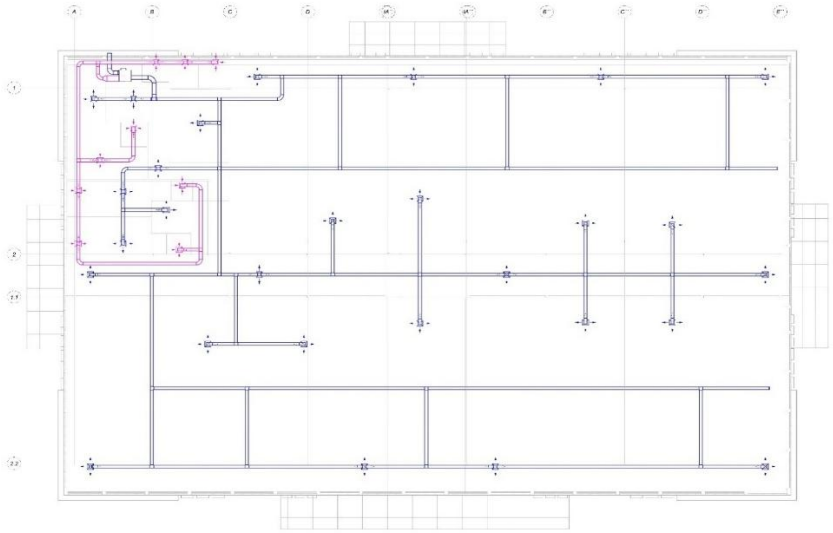


*Nota.* Representación del modelo eléctrico indicando la distribución del mismo como luminarias, tomacorrientes, interruptores. Elaboración propia

### Planos y Modelado de Mecánica

**Figura 32**

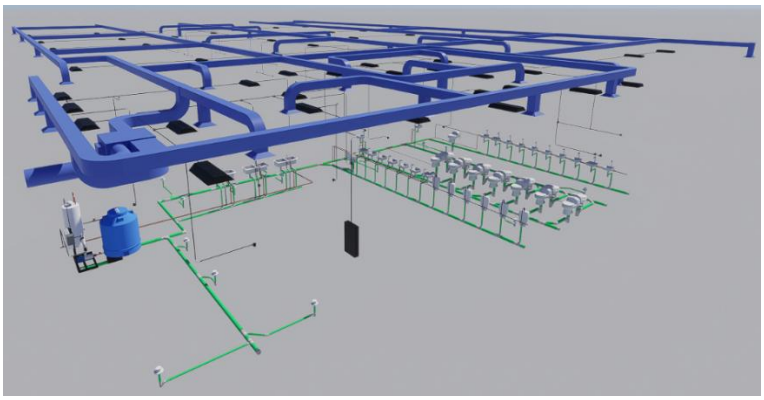
*Modelo mecánico*



*Nota.* Visualización del plano que representa el sistema de climatización del edificio incluyendo el recorrido de los ductos, los equipos mecánicos y la ubicación de las rejillas

**Figura 33**

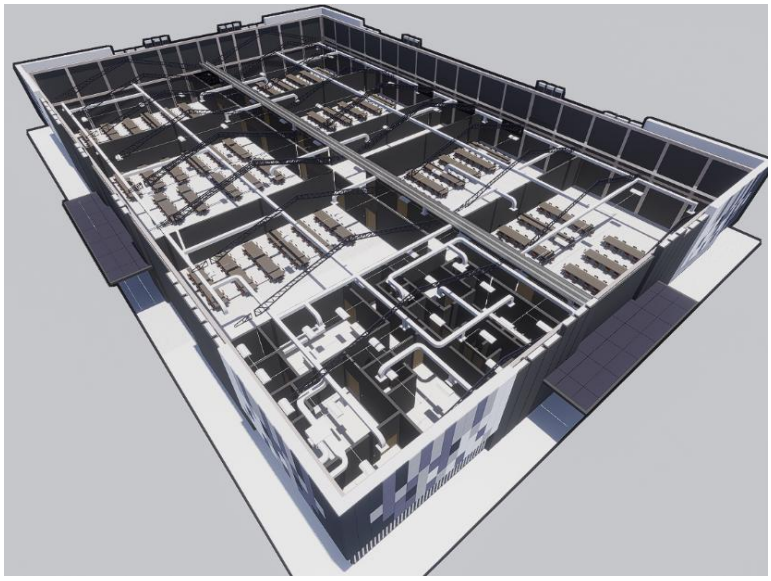
*Render de Coordinación MEP*



*Nota.* Visualización en 3D para observar de manera detallada como ha sido la integración de los sistemas sanitarios, eléctrico y mecánicos, para permitir la validación de las interferencias y tener una planificación con mayor precisión al momento de la ejecución de la obra, mejorando la coordinación interdisciplinaria.

**Figura 34**

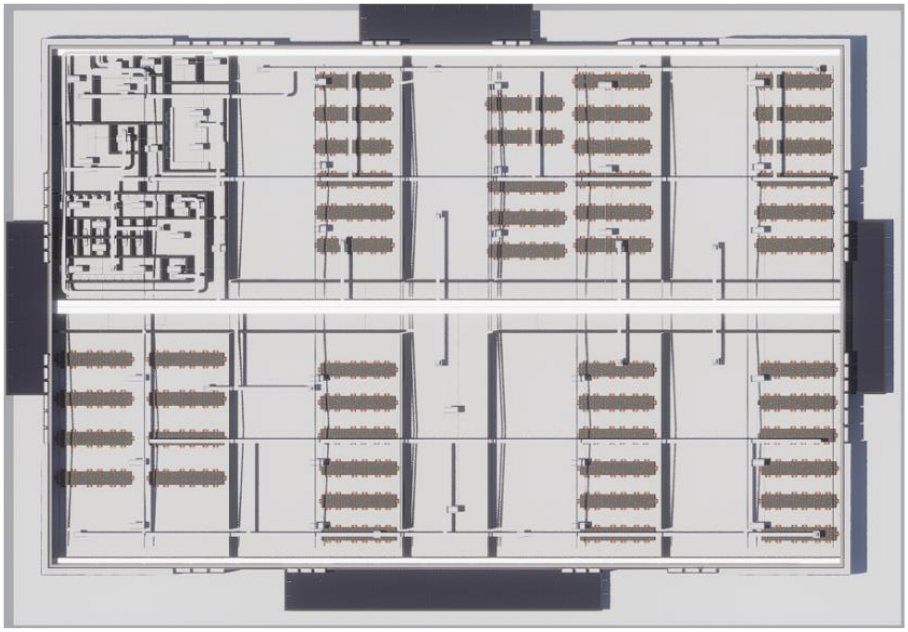
*Render del Modelo integrado – Arquitectura y MEP*



*Nota.* Vista Axonométrica del render integrando la coordinación MEP con la arquitectura, lo que nos permite mejorar la coordinación entre disciplinas al visualizar. Elaboración propia.

**Figura 35**

*Vista Superior del Modelo Coordinado*



*Nota.* Renderizado desde la vista superior indicando la distribución general, lo que permite coordinar y analizar la accesibilidad, eficiencia de instalación y funcionalidad del proyecto. Elaboración propia.

### Cronogramas y Fases de Proyectos

**Tabla 14**

*Desglose de Arquitectura en Navisworks*

| No. | Nombre | Inicio Planeado | Fin Planeado | Duración (Días) | Porcentaje (%) | Avance Planif. Acumulado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **ARQUITECTURA** | | | | | |
| 1.1 | **0. Sin Nivel** | | | | | |
| 1.1.1 | **Canalones** | | | | | |
| 1.1.1.1 | Canaleta 50 cm - Acero Inoxidable | 17-abr-25 | 19-abr-25 | 2,3 | 0,14% | 0,14% |
| 1.1.2 | **Modelos genéricos** | | | 0,0 | 0,00% | 0,14% |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.1.2.1 | Fachada | 7-jul-25 | 26-jul-25 | 19,3 | 1,14% | 1,28% |
| 1.2 | **1. Planta Única** | | | 0,0 | 0,00% | 1,28% |
| 1.2.1 | **Cubiertas Metálicas Tipo Sanduche** | | | 0,0 | 0,00% | 1,28% |
| 1.2.1.1 | Cubierta Lámina Metálica 1 | 10-abr-25 | 17-abr-25 | 7,3 | 0,43% | 1,71% |
| 1.2.1.2 | Cubierta Lámina Metálica 2 | 10-abr-25 | 17-abr-25 | 7,3 | 0,43% | 2,14% |
| 1.2.2 | **Mobiliario - Silla de Madera** | 7-jul-25 | 8-jul-25 | 1,3 | 0,08% | 2,22% |
| 1.2.3 | **Modelos Genéricos - Mesa 02** | 7-jul-25 | 8-jul-25 | 1,3 | 0,08% | 2,30% |
| 1.2.4 | **Muros** | | | 0,0 | 0,00% | 2,30% |
| 1.2.4.1 | - 0.P.B Mampostería de bloque pesado 15x20x40 cm | 21-abr-25 | 5-may-25 | 14,3 | 0,85% | 3,15% |
| 1.2.4.2 | - 0.P.B Mampostería de bloque macizo 7x20x40 cm | 5-may-25 | 17-may-25 | 12,3 | 0,73% | 3,87% |
| 1.2.4.3 | - 0.P.B. Planchas de fibrocemento | 28-may-25 | 4-jun-25 | 7,3 | 0,43% | 4,31% |
| 1.2.4.4 | - 0.P.B. Empaste exterior de paredes / Pintura Esmalte | 4-jun-25 | 9-jun-25 | 5,3 | 0,31% | 4,62% |
| 1.2.4.5 | - 0.P.B. Enlucido Vertical (mortero 1=2) | 9-jun-25 | 14-jun-25 | 5,3 | 0,31% | 4,93% |
| 1.2.4.6 | - 0.P.B. Revestimiento de Enlucido | 14-jun-25 | 21-jun-25 | 7,3 | 0,43% | 5,37% |
| 1.2.4.7 | - 0.P.B. Paredes Móviles (20cm) | 17-may-25 | 28-may-25 | 11,3 | 0,67% | 6,03% |
| 1.2.5 | **Paneles de muro cortina** | 15-jun-25 | 17-jun-25 | 2,3 | 0,14% | 6,17% |
| 1.2.6 | **Puertas** | | | 0,0 | 0,00% | 6,17% |
| 1.2.6.1 | **M_Puerta-Interior-Simple-1_panel-Madera** | | | 0,0 | 0,00% | 6,17% |
| 1.2.6.1.1 | MOD 1_Puertas de 100cm x 240cm | 30-jun-25 | 5-jul-25 | 5,3 | 0,31% | 6,49% |
| 1.2.6.1.2 | 80cm X 240cm | 30-jun-25 | 5-jul-25 | 5,3 | 0,31% | 6,80% |
| 1.2.6.1.3 | 100cm X 240cm | 30-jun-25 | 5-jul-25 | 5,3 | 0,31% | 7,12% |
| 1.2.6.1.4 | 70cm X 240cm | 30-jun-25 | 5-jul-25 | 5,3 | 0,31% | 7,43% |
| 1.2.6.2 | **IntDbl (8)** | | | 0,0 | 0,00% | 7,43% |
| 1.2.6.2.1 | 1810 x 2110mm | 30-jun-25 | 5-jul-25 | 5,3 | 0,31% | 7,75% |
| 1.3 | **2. Tumbado** | | | 0,0 | 0,00% | 7,75% |
| 1.3.1 | **Cubiertas** | | | 0,0 | 0,00% | 7,75% |
| 1.3.1.1 | Cubierta básica - 0.P.B. Planchas de Aluminio Compuesto | 28-may-25 | 29-may-25 | 1,3 | 0,08% | 7,82% |
| 1.3.2 | **Muros** | | | 0,0 | 0,00% | 7,82% |
| 1.3.2.1 | **Muro Básico** | | | 0,0 | 0,00% | 7,82% |
| 1.3.2.1.1 | - 0.P.B Mampostería de bloque macizo 7x20x40 cm | 21-jun-25 | 28-jun-25 | 7,3 | 0,43% | 8,26% |
| 1.3.2.1.2 | - 0.P.B. Planchas de Aluminio Compuesto | 22-jun-25 | 22-jun-25 | 0,3 | 0,02% | 8,28% |
| 1.3.2.1.3 | - 0.P.B. Duelas Revestimiento | 30-jun-25 | 30-jun-25 | 0,3 | 0,02% | 8,30% |

*Nota*. El cronograma presentado corresponde a un proyecto arquitectónico que se desarrollará entre abril y julio de 2025, que incluye tres niveles principales: "ARQUITECTURA", dividida en "0. Sin Nivel", "1. Planta Única" y "2. Tumbado". Además, representa un avance planificado acumulado del 8.30%. Cabe destacar que algunas tareas tienen duraciones muy cortas, mientras que otras, como la fachada, requieren casi 20 días. Elaboración propia.

**Tabla 15**

*Desglose Estructural en Navisworks*

| **No.** | **Nombre** | **Inicio Planeado** | **Fin Planeado** | Duración (Días) | Porcentaje (%) | Avance Planif. Acumulado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2** | **ESTRUCTURA** | | | 0,0 | 0,00% | 8,30% |
| 2.1 | **0. Sin Nivel** | | | 0,0 | 0,00% | 8,30% |
| 2.1.1 | **Armadura estructural** | | | 0,0 | 0,00% | 8,30% |
| 2.1.1.1 | Barra de armadura - VAR. CORR SOLD. 14MM X 09 MT | 15-ene-25 | 29-mar-25 | 73,3 | 4,32% | 12,62% |
| 2.1.2 | Niveles | 15-ene-25 | 12-feb-25 | 28,3 | 1,67% | 14,29% |
| 2.1.3 | Refuerzo de área estructural | 15-ene-25 | 12-feb-25 | 28,3 | 1,67% | 15,96% |
| 2.2 | **1. Planta Única** | | | 0,0 | 0,00% | 15,96% |
| 2.2.1 | **Armazón Estructural** | | | 0,0 | 0,00% | 15,96% |
| 2.2.1.1 | **Hormigón-Viga rectangular1** | | | 0,0 | 0,00% | 15,96% |
| 2.2.1.1.1 | 0.P.B Hormigón simple con F'c= 210 kg/cm2, ( riostras y desencofrado) | 12-feb-25 | 18-feb-25 | 6,3 | 0,37% | 16,34% |
| 2.2.1.2 | **M_HSS-Sección estructural hueca** | | | 0,0 | 0,00% | 16,34% |
| 2.2.1.2.1 | - 0.P.B. Perfiles Metálicos 2 | 8-mar-25 | 11-mar-25 | 3,3 | 0,20% | 16,53% |
| 2.2.2 | **Pilares estructurales** | | | 0,0 | 0,00% | 16,53% |
| 2.2.2.1 | Pilar rectangular hormigón - 0.P.B Hormigón Simple en Columnas F´c= 210 kg/cm2, (Incluy encofrado y desencofrado) | 12-feb-25 | 1-mar-25 | 17,3 | 1,02% | 17,55% |
| 2.3 | **1.1 Nivel 1** | | | 0,0 | 0,00% | 17,55% |
| 2.3.1 | **Armazón estructural** | | | 0,0 | 0,00% | 17,55% |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.3.1.1 | **M_Calibre delgado-Viguetas** | | | 0,0 | 0,00% | 17,55% |
| 2.3.1.1.1 | C140 | 29-mar-25 | 5-abr-25 | 7,3 | 0,43% | 17,99% |
| 2.3.1.2 | **Hormigón-Viga rectangular1** | | | 0,0 | 0,00% | 17,99% |
| 2.3.1.2.2 | - 0.P.B 0.P.B Hormigón simple con F'c= 210 kg/cm2 con encofrado y desencofrado | 12-feb-25 | 16-feb-25 | 4,3 | 0,26% | 18,24% |
| 2.3.1.3 | **M_HSS-Sección estructural hueca** | | | 0,0 | 0,00% | 18,24% |
| 2.3.1.3.1 | - 0.P.B. Perfiles Metálicos 2 | 8-mar-25 | 11-mar-25 | 3,3 | 0,20% | 18,44% |
| 2.3.2 | **Cimentación Estructural** | | | 0,0 | 0,00% | 18,44% |
| 2.3.2.1 | M_Zapata-Rectangular de 1800 x 1200 x 450mm | 6-ene-25 | 15-ene-25 | 9,3 | 0,55% | 18,99% |
| 2.3.2.1.1 | **Pilares estructurales** | | | 0,0 | 0,00% | 18,99% |
| 2.3.2.1.1.1 | **RHS-Sección hueca rectangular-Pilar** | | | 0,0 | 0,00% | 18,99% |
| 2.3.2.1.1.1.1 | 200x100x5.0RHS | 12-feb-25 | 1-mar-25 | 17,3 | 1,02% | 20,01% |
| 2.3.2.1.1.2 | **Pilar rectangular hormigón** | | | 0,0 | 0,00% | 20,01% |
| 2.3.2.1.1.2.1 | **- 0.P.B Hormigón Simple en Columnas F´c= 210 kg/cm2, (Incluy encofrado y desencofrado)** | | | 0,0 | 0,00% | 20,01% |
| 2.3.2.1.1.2.1.1 | Pilar rectangular hormigón | 12-feb-25 | 18-feb-25 | 6,3 | 0,37% | 20,39% |
| 2.3.3 | **Suelos** | | | 0,0 | 0,00% | 20,39% |
| 2.3.3.1 | 1. Losa de Hormigón Armado e=8cm | 15-ene-25 | 12-feb-25 | 28,3 | 1,67% | 22,06% |
| 2.4 | **2. Tumbado** | | | 0,0 | 0,00% | 22,06% |
| 2.4.1 | **Armazón estructural** | | | 0,0 | 0,00% | 22,06% |
| 2.4.1.1 | **Hormigón-Viga rectangular1** | | | 0,0 | 0,00% | 22,06% |
| 2.4.1.1.1 | - 0.P.B. Hormigón Simple en Vigas F´c= 210 kg/cm2, (Incluy encofrado y desencofrado) | 1-mar-25 | 8-mar-25 | 7,3 | 0,43% | 22,49% |
| 2.4.2 | **M_HSS-Sección estructural hueca** | | | 0,0 | 0,00% | 22,49% |
| 2.4.2.1 | 10 cm | 1-mar-25 | 8-mar-25 | 7,3 | 0,43% | 22,92% |
| 2.4.2.2 | 5cm | 1-mar-25 | 8-mar-25 | 7,3 | 0,43% | 23,35% |
| 2.4.3 | **Pilares estructurales** | | | 0,0 | 0,00% | 23,35% |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.4.3.1 | **Pilar rectangular hormigón** | | | 0,0 | 0,00% | 23,35% |
| 2.4.3.1.1 | - 0.P.B Hormigón Simple en Columnas F´c= 210 kg/cm2, (Incluy encofrado y desencofrado) | 8-mar-25 | 22-mar-25 | 14,3 | 0,85% | 24,20% |
| 2.5 | **3. Nivel de Pilares** | | | 0,0 | 0,00% | 24,20% |
| 2.5.1 | **Armazón estructural** | | | 0,0 | 0,00% | 24,20% |
| 2.5.1.1 | **M_HSS-Sección estructural hueca** | | | 0,0 | 0,00% | 24,20% |
| 2.5.1.1.1 | 10 cm | 1-mar-25 | 8-mar-25 | 7,3 | 0,43% | 24,63% |
| 2.5.1.1.2 | 5cm | 1-mar-25 | 8-mar-25 | 7,3 | 0,43% | 25,06% |
| 2.6 | **4. Base de Vigas** | | | 0,0 | 0,00% | 25,06% |
| 2.6.1 | **Armazón estructura** | | | 0,0 | 0,00% | 25,06% |
| 2.6.1.1 | **Hormigón-Viga rectangular1** | | | 0,0 | 0,00% | 25,06% |
| 2.6.1.1.1 | - 0.P.B. Hormigón Simple en Vigas F´c= 210 kg/cm2, (Incluy encofrado y desencofrado) | 22-mar-25 | 29-mar-25 | 7,3 | 0,43% | 25,50% |
| 2.6.1.2 | **M_HSS-Sección estructural hueca** | | | 0,0 | 0,00% | 25,50% |
| 2.6.1.2.1 | 5cm | 1-mar-25 | 8-mar-25 | 7,3 | 0,43% | 25,93% |
| 2.7 | **5. Alto Envolvente** | | | 0,0 | 0,00% | 25,93% |
| 2.7.1 | **Armazón estructural** | | | 0,0 | 0,00% | 25,93% |
| 2.7.1.1 | **M_HSS-Sección estructural hueca** | | | 0,0 | 0,00% | 25,93% |
| 2.7.1.1.1 | 5cm | 1-mar-25 | 8-mar-25 | 7,3 | 0,43% | 26,36% |

*Nota.* El avance general del área de Estructura alcanza un 26,36%**,** distribuido en diversas partidas que reflejan el progreso de las actividades constructivas. La partida con mayor contribución al avance es la armadura estructural, específicamente la colocación de barras corrugadas soldadas de 14 mm, que aporta un 4,32% al acumulado. Esta actividad, iniciada el 15 de enero y finalizada el 29 de marzo, tuvo una duración de 73 días, lo que sugiere un posible retraso o complejidad en su ejecución. Otras partidas significativas incluyen los pilares estructurales de hormigón (1,02% cada uno) y la losa de hormigón armado (1,67%), las cuales, aunque con plazos más cortos, contribuyen de manera constante al progreso general. Elaboración propia.

**Tabla 16**

*Desglose Sanitario en Navisworks*

| No. | Nombre | Inicio Planeado | Fin Planeado | Duración (Días) | Porcentaje (%) | Avance Planif. Acumulado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **3** | **SANITARIO** | 10-ene-25 | 3-abr-25 | 83,3 | 4,91% | 31,28% |
| 3.1 | **Nivel 1** | | | 0,0 | 0,00% | 31,28% |
| 3.1.1 | **Aparatos sanitarios** | | | 0,0 | 0,00% | 31,28% |
| 3.1.1.1 | URINARIO ECOZERO | 29-mar-25 | 3-abr-25 | 5,3 | 0,31% | 31,59% |
| 3.1.1.2 | INODORO KINGSLEY ADVANCE REDONDO | 29-mar-25 | 3-abr-25 | 5,3 | 0,31% | 31,90% |
| 3.1.1.3 | Sanitary Basins Roca THE GAP SQUARE Countertop washbasin | 29-mar-25 | 3-abr-25 | 5,3 | 0,31% | 32,22% |
| 3.1.1.4 | e18103_s6 | 29-mar-25 | 3-abr-25 | 5,3 | 0,31% | 32,53% |
| 3.1.1.5 | **Fregadero - Cocina - Doble** | | | 0,0 | 0,00% | 32,53% |
| 3.1.1.5.1 | 1065 mm x 535 mm - Público | 29-mar-25 | 3-abr-25 | 5,3 | 0,31% | 32,85% |
| 3.1.1.6 | **M Desagüe de suelo - Redondo** | | | 0,0 | 0,00% | 32,85% |
| 3.1.1.6.1 | Filtro 125 mm - Desagüe 50 mm | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 34,81% |
| 3.1.2 | **Equipo de Fontanería** | | | 0,0 | 0,00% | 34,81% |
| 3.1.2.1 | Calentador de agua - 152 L | 29-mar-25 | 3-abr-25 | 5,3 | 0,31% | 35,13% |
| 3.1.3 | **Equipos mecánicos** | | | 0,0 | 0,00% | 35,13% |
| 3.1.3.1 | EbaraGPR AP MATRIX VV | 29-mar-25 | 3-abr-25 | 5,3 | 0,31% | 35,44% |
| 3.1.4 | **Tuberías** | | | 0,0 | 0,00% | 35,44% |
| 3.1.4.1 | PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 37,41% |
| 3.1.4.2 | Plastigama PVC Presión AF Roscable | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 39,37% |
| 3.1.4.3 | Estándar | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 41,34% |
| 3.1.4.4 | Plastigama Línea Dorada PP Tubería | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 43,31% |
| 3.1.5 | **Uniones de Tubería** | | | 0,0 | 0,00% | 43,31% |
| 3.1.5.1 | Plastigama Wavin Uniones de tubería Sanitaria Tee Yee con Reducciones | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 45,27% |
| 3.1.5.2 | Plastigama Wavin Uniones de tubería Sanitaria Codo | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 47,24% |
| 3.1.5.3 | Plastigama Wavin Uniones de tubería Sanitaria Sifón 50mm - 110mm | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 49,20% |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.1.5.4 | Plastigama Wavin Uniones de tubería Sanitaria Tapón | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 51,17% |
| 3.1.5.5 | Codo - Soldado - Genérico | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 53,14% |
| 3.1.5.6 | Plastigama Wavin Uniones de tubería Presión PVC Válvula RHU niv1/2"-2" | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 55,10% |
| 3.1.5.7 | Codo - PVC - Serie 40 - DWV | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 57,07% |
| 3.1.5.8 | Plastigama Wavin Uniones de tubería - Línea Dorada Tee | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 59,03% |
| 3.1.5.9 | Plastigama Wavin Uniones de tubería – Línea Dorada Tapón HR 1/2"-1" | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 61,00% |
| 3.1.5.10 | Te - Soldada - Genérica | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 62,96% |
| 3.1.5.11 | Transición - Soldada - Genérica | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 64,93% |
| 3.1.5.12 | Tapón - Soldado - Genérico | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 66,90% |
| 3.1.5.13 | Plastigama Wavin Uniones de tubería – Línea Dorada Tee 1 | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 68,86% |
| 3.1.5.14 | Plastigama Wavin Uniones de tubería – Línea Dorada Tapón MR1 | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 70,83% |
| 3.1.5.15 | Plastigama Wavin Uniones de tubería - Línea Dorada Codo 1 | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 72,79% |
| 3.1.5.16 | Plastigama Wavin Uniones de tubería – Tanque Botella | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 74,76% |
| 3.1.5.17 | Plastigama Wavin Uniones de tubería Sanitaria Caja Domiciliaria | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 76,72% |
| 3.1.5.18 | Plastigama Wavin Uniones de tubería Línea Dorada Reductor | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 78,69% |
| 3.1.5.19 | Plastigama Wavin Uniones de tubería Sanitaria Caucho | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 80,66% |
| 3.1.5.20 | PlastigamaWavin_Unionesdetubería_PresiónPVCVálvulaBrass1/2"-2" | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 82,62% |
| 3.1.5.21 | PlastigamaWavin_Unionesdetubería_PresiónPVCVálvulaRHCompacta1/2"-2" | 10-ene-25 | 12-feb-25 | 33,3 | 1,97% | 84,59% |

*Nota.* El área de Sanitario muestra un avance acumulado destacable del 84.59%**,** ubicándose como una de las secciones más avanzadas del proyecto. Este progreso se ha logrado principalmente gracias a la ejecución masiva de trabajos relacionados con uniones de tubería y sistemas de fontanería, que en conjunto representan más del 50% del avance total. Elaboración propia.

**Tabla 17**

*Desglose Mecánico en Navisworks*

| No. | Nombre | Inicio Planeado | Fin Planeado | Duración (Días) | Porcentaje (%) | Avance Planif. Acumulado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **5** | **MECÁNICO** | | | 0,0 | 0,00% | 95,83% |
| 5.1 | **Conductos** | | | 0,0 | 0,00% | 95,83% |
| 5.1.1 | Conducto rectangular | 5-jul-25 | 12-jul-25 | 7,3 | 0,43% | 96,26% |
| 5.1.2 | Conducto redondo | 5-jul-25 | 12-jul-25 | 7,3 | 0,43% | 96,70% |
| 5.2 | **Equipos Mecánicos** | | | 0,0 | 0,00% | 96,70% |
| 5.2.1 | **M_Unidad VAV - Alimentada por ventilador paralelo** | | | 0,0 | 0,00% | 96,70% |
| 5.2.1.1 | Tamaño 6 - Entrada 400 mm | 5-jul-25 | 12-jul-25 | 7,3 | 0,43% | 97,13% |
| 5.2.2 | **Terminales de aire** | | | 0,0 | 0,00% | 97,13% |
| 5.2.2.1 | **M_Difusor de suministro** | | | 0,0 | 0,00% | 97,13% |
| 5.2.2.1.1 | Cara 600 x 600 Conexión 300 x 300 | 12-jul-25 | 14-jul-25 | 2,3 | 0,14% | 97,27% |
| 5.2.2.2 | **M_Difusor de ventilación** | | | 0,0 | 0,00% | 97,27% |
| 5.2.2.2.1 | Cara 600 x 600 Conexión 300 x 300 | 12-jul-25 | 14-jul-25 | 2,3 | 0,14% | 97,41% |
| 5.2 | **Uniones de conducto** | | | 0,0 | 0,00% | 97,41% |
| 5.2.1 | M_Te rectangular | 5-jul-25 | 12-jul-25 | 7,3 | 0,43% | 97,84% |
| 5.2.2 | M_Codo rectangular - Radio | 5-jul-25 | 12-jul-25 | 7,3 | 0,43% | 98,27% |
| 5.2.3 | M_Cruz rectangular | 5-jul-25 | 12-jul-25 | 7,3 | 0,43% | 98,70% |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.2.4 | M_Transición rectangular - Ángulo | 5-jul-25 | 12-jul-25 | 7,3 | 0,43% | 99,14% |
| 5.2.5 | M_Codo redondo | 5-jul-25 | 12-jul-25 | 7,3 | 0,43% | 99,57% |
| 5.2.6 | M_Remate rectangular | 5-jul-25 | 12-jul-25 | 7,3 | 0,43% | **100,00%** |

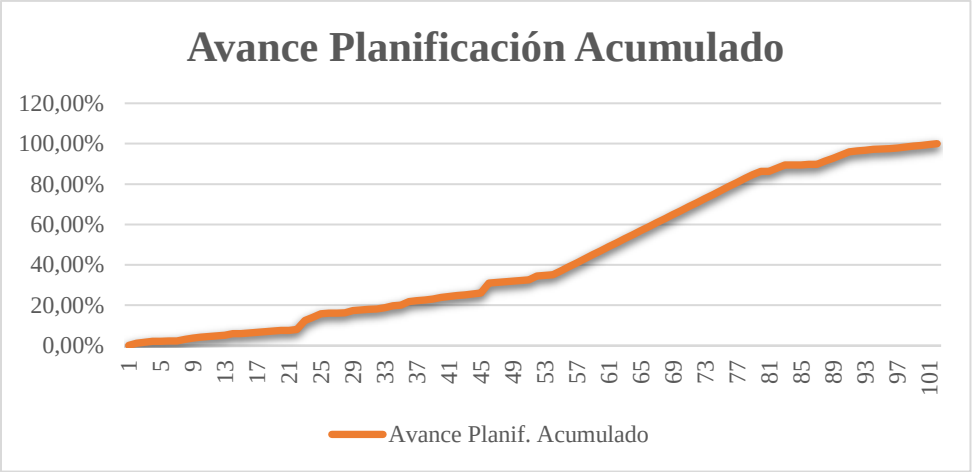
*Nota.* El área mecánica ha sido completada en su totalidad, alcanzando un 100% de avance, lo que representa un hito importante en el desarrollo del proyecto. Este excelente resultado se logró gracias a la ejecución coordinada y eficiente de todas las partidas comprendidas en esta disciplina, particularmente en lo relacionado con la instalación de conductos, equipos de climatización y sus respectivas uniones. Elaboración Propia.

El progreso general muestra que las últimas actividades fueron ejecutadas según lo programado, culminando el 12 de julio de 2025. Las partidas correspondientes a uniones de conducto, incluyendo tes, codos, cruces y transiciones rectangulares, así como codos y remates redondos, representaron los componentes finales en completarse. Cada una de estas partidas contribuyó con un 0.43% al avance total y requirió 7.3 días para su instalación. Por otro lado, los difusores de suministro y ventilación (600x600 mm) fueron instalados en un plazo más corto de 2.3 días, aportando cada uno un 0.14% al progreso acumulado.

Un aspecto destacable fue la instalación de la unidad VAV (tamaño 6 con entrada de 400 mm), que se completó en el mismo plazo de 7.3 días y contribuyó con otro 0.43% al avance. Esta actividad, junto con la colocación de los conductos rectangulares y redondos (también con 0.43% de aporte individual), demostró una excelente coordinación entre los diferentes equipos de trabajo.

**Figura 36**

*Curva S de Avance Planificado Acumulado*

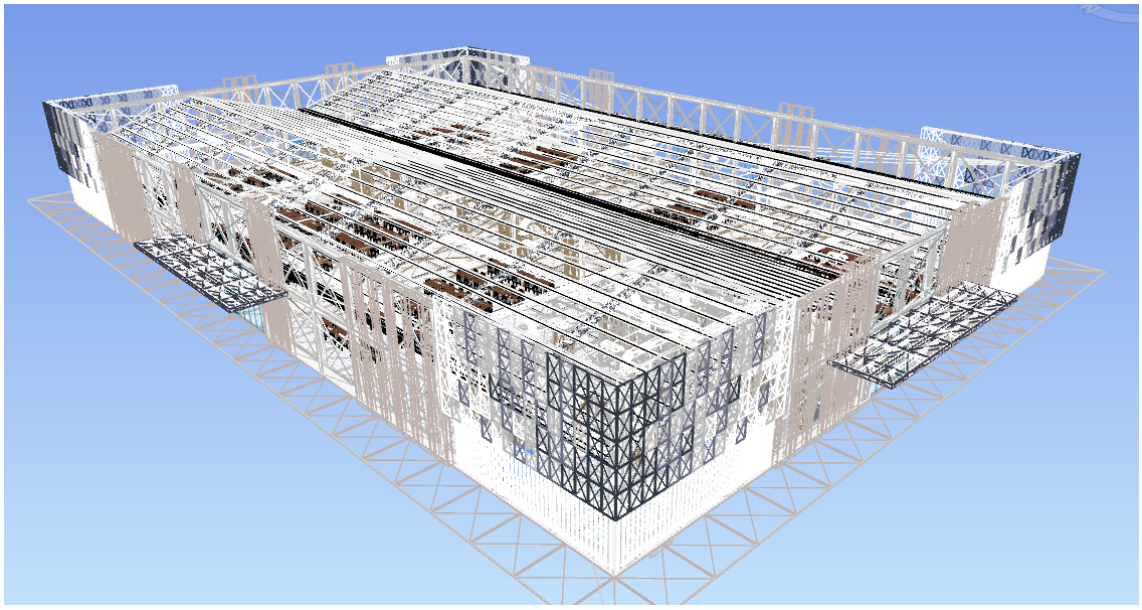



*Nota.* La gráfica nos representa el avance de planificación acumulado del proyecto en función del tiempo. Elaboración propia.

## Representación del modelo Centro de Convenciones en Navisworks

**Figura 37**

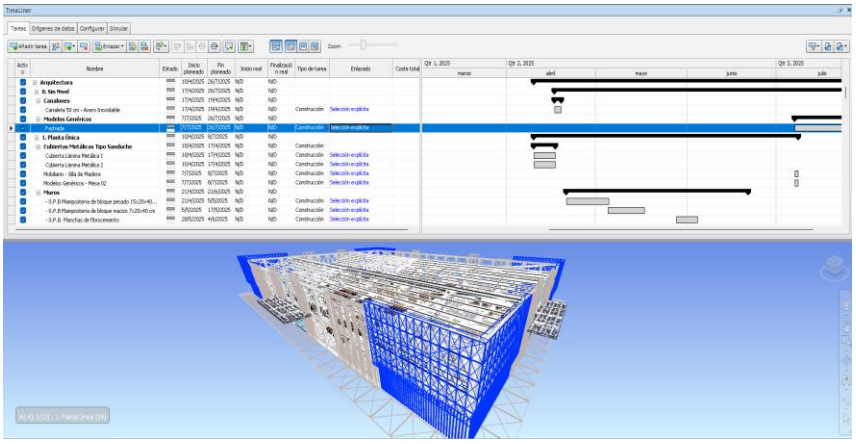
*Visualización de Estructura Alámbrica en Navisworks*



*Nota.* Visualización generada en Navisworks en donde nos indica la estructura alámbrica del proyecto, lo que nos permite visualizar todos los elementos. Elaboración propia.

**Figura 38**

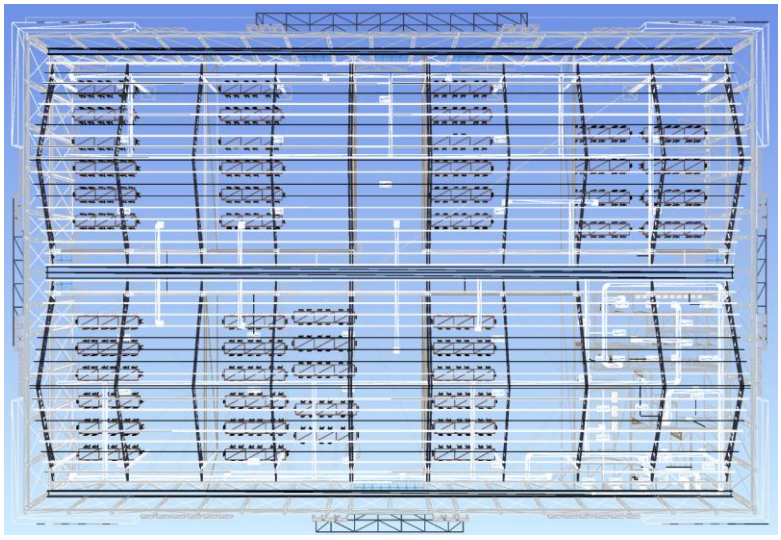
*Simulación 4D en Navisworks*



*Nota.* Captura de imagen indicando el empleo del TimeLiner en Navisworks, donde se vincula el modelo tridimensional con el respectivo cronograma del proyecto, lo que nos permite visualizar la secuencia de la construcción en tiempo real, permitiendo así identificar interferencias. Elaboración propia.

**Figura 39**

*Vista Superior Alámbrica en Navisworks*



*Nota*. Representación del modelo alámbrico en Navisworks desde la vista superior permitiendo observar con mayor facilidad ubicaciones del equipamiento interior, instalaciones y estructuras, lo que facilita la detección de conflictos entre las diferentes disciplinas. Elaboración propia.

## Presupuesto Detallado del Centro de Convenciones - Desglose por Rubros, Cantidades, Costos Unitarios y Acumulados

**Tabla 18**

*Presupuesto para el Centro de Convenciones*

| **PROYECTO:** | | IMPACTO DE LA METODOLOGÍA BIM 5D EN LA PLANIFICACIÓN, CONTROL DE COSTOS Y COORDINACION INTERDISCIPLINARIA DE UN CENTRO DE CONVENCIONES EN MACHALA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **N** | **Rubro** | **Cantidades** | **Unidades** | **Precio Unitario** | **Precio Total** |
| **PRELIMINARES** | | | | | |
| **1,00** | Replanteo y nivelación | 3260,45 | m2 | 2,40 | 7825,08 |
| **SANITARIOS** | | | | | |
| **2,00** | Filtro 125 mm - Desagüe 50 mm | 16,00 | u | 15,06 | 240,96 |
| **3,00** | Fregadero acero inoxidable (sum. colc.) | 3,00 | u | 233,00 | 699,00 |
| **4,00** | Grifería de Baño (sum.acc. inst.) | 19,00 | u | 124,20 | 2359,80 |
| **5,00** | Inodoro doble descarga (sum.acc. colc.) | 16,00 | u | 97,26 | 1556,16 |
| **6,00** | Lavamanos (sum. colc.) | 19,00 | u | 167,59 | 3184,21 |
| **7,00** | Llave de paso Inodoro (sum. colc.) | 16,00 | u | 4,27 | 68,32 |
| **8,00** | Mingitorio (sum. colc.) | 6,00 | u | 195,17 | 1171,02 |
| **9,00** | Válvula de descarga (sum. colc.) | 16,00 | u | 11,97 | 191,52 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **10,00** | Tuberías 12.7 mm de Diámetro | 53,08 | m | 6,60 | 350,33 |
| **11,00** | Tubería de 150 mm de Diámetro | 12,08 | m | 8,86 | 107,03 |
| **12,00** | PVC Desagüe (sum. colc.) | 149,01 | m | 8,97 | 1336,62 |
| **13,00** | PVC Presión AF Roscable | 67,83 | m | 6,60 | 447,68 |
| **14,00** | Codo PEAD PN10 45G 200mm (sum-inst) | 33,00 | u | 65,97 | 2177,01 |
| **15,00** | Codo PEAD PN10 90G 60mm (sum-inst) | 1,00 | u | 4,72 | 4,72 |
| **16,00** | Codo PEAD PN10 90G 62mm (sum-inst) | 10,00 | u | 4,75 | 47,50 |
| **17,00** | Codo PEAD PN10 90G 63mm (sum-inst) | 99,00 | u | 4,72 | 467,28 |
| **18,00** | Cámara de Aguas Residuales | 1,00 | u | 103,92 | 103,92 |
| **19,00** | Fluxómetro (sum. colc.) | 6,00 | u | 57,47 | 344,82 |
| **20,00** | Llave de paso (sum. colc.) | 3,00 | u | 17,68 | 53,04 |
| **21,00** | Llave de paso PVC 19.1 mm | 2,00 | u | 7,05 | 14,10 |
| **22,00** | Rosca Sanitaria | 4,00 | u | 37,84 | 151,36 |
| **23,00** | Sifón Desagüe | 56,00 | u | 4,88 | 273,28 |
| **24,00** | Tanque de Agua (sum. colc.) | 1,00 | u | 235,68 | 235,68 |
| **25,00** | Tapón de Tuberías 12 de Diámetro | 6,00 | u | 0,88 | 5,28 |
| **26,00** | Tapón de Tuberías 12.1 de Diámetro | 6,00 | u | 0,88 | 5,28 |
| **27,00** | Tapón de Tuberías 12.3 de Diámetro | 3,00 | u | 0,88 | 2,64 |
| **28,00** | Tapón de Tuberías 12.7 de Diámetro | 6,00 | u | 0,88 | 5,28 |
| **29,00** | Tapón de Tuberías 15mm de Diámetro | 1,00 | u | 1,04 | 1,04 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **30,00** | Transición soldada sanitaria | 19,00 | u | 6,63 | 125,97 |
| **31,00** | Uniones de baterías de desagüe | 56,00 | u | 4,88 | 273,28 |
| **32,00** | Uniones de tuberías 12 D (Tipo Codo) | 24,00 | u | 1,06 | 25,44 |
| **33,00** | Unión Continua de Tuberías 12.7mm | 4,00 | u | 26,77 | 107,08 |
| **34,00** | Unión de tuberías 110 D (Tipo tapón) | 5,00 | u | 5,23 | 26,15 |
| **35,00** | Unión de Tuberías Te | 17,00 | u | 7,15 | 121,55 |
| **36,00** | Unión en T para tuberías | 31,00 | u | 7,15 | 221,65 |
| **37,00** | Unión en Y para tuberías | 68,00 | u | 7,83 | 532,44 |
| **38,00** | Unión tipo Brida | 2,00 | u | 18,97 | 37,94 |
| **39,00** | Dispensador de jabón o gel de 500-1000ml (sum-inst) | 10,00 | u | 28,80 | 288,00 |
| **40,00** | Secador de manos con sensor (sum-inst) | 6,00 | u | 243,00 | 1458,00 |
| **41,00** | Dispensador de papel higiénico circular (sum-inst) | 16,00 | u | 65,24 | 1043,84 |
| **42,00** | Dispensador de toallas de papel (sum-inst) | 6,00 | u | 105,80 | 634,80 |
| **43,00** | Espejo con marco de aluminio | 21,60 | m2 | 90,00 | 1944,00 |
| **44,00** | Porta toallas acero inoxidable (sum inst) | 2,00 | u | 24,15 | 48,30 |
| **45,00** | Señalética interior de información en vinyl con marco de PVC, 25x35cm. | 20,00 | u | 39,71 | 794,20 |
| **46,00** | Señalética interior de información en vinyl con marco de PVC, 75x105cm. | 20,00 | u | 115,75 | 2315,00 |
| **47,00** | Medidor de Agua 1/2 pulgada (sum-inst) | 442,00 | u | 81,27 | 35921,34 |
| **48,00** | Medidor de Agua 1 pulgada, Incluye caja (sum-inst) | 1,00 | u | 391,44 | 391,44 |
| **49,00** | Medidor de Agua 1/2 pulgada, Incluye caja (sum-inst) | 2,00 | u | 101,72 | 203,44 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **50,00** | Punto de AA.PP. de 1 1/2 pulgada (Baterías Sanitarias) | 88,00 | u | 29,02 | 2553,76 |
| **51,00** | Válvula de corte 1/2 pulgada (termofusión) + incluye caja (sum-inst) | 25,00 | u | 60,45 | 1511,25 |
| **52,00** | Válvula de corte 1 pulgada (termofusión) + incluye caja (sum-inst) | 2,00 | u | 77,92 | 155,84 |
| **53,00** | Válvula de corte 1 1/4 pulgada (termofusión) + incluye caja (sum-inst) | 2,00 | u | 89,72 | 179,44 |
| **54,00** | Válvula de corte 2 pulgadas (termofusión) + incluye caja (sum-inst) | 1,00 | u | 127,02 | 127,02 |
| **55,00** | Llave de pico d=1/2 pulgada (Locales) (sum-inst) | 464,00 | u | 12,01 | 5572,64 |
| **56,00** | Difusor Múltiple Doble (h=1,20 x 3) (sum-inst) | 489,00 | u | 37,63 | 18401,07 |
| **57,00** | Difusor Múltiple Doble (h=1,20 x 4) (sum-inst) | 4,00 | u | 46,29 | 185,16 |
| **58,00** | Difusor Múltiple Doble (h=1,20 x 6) (sum-inst) | 33,00 | u | 63,53 | 2096,49 |
| **59,00** | Valvula Check 50mm (sum-inst) | 10,00 | u | 119,53 | 1195,30 |
| **60,00** | Valvula Check 63mm (sum-inst) | 30,00 | u | 155,89 | 4676,70 |
| **61,00** | Válvula de Paso 50mm (sum-inst) | 10,00 | u | 119,53 | 1195,30 |
| **62,00** | Válvula de Paso 63mm (sum-inst) | 31,00 | u | 154,93 | 4802,83 |
| **63,00** | Caja metálica para Banco de contadores (1,00x1,70) (sum-inst) | 33,00 | u | 203,92 | 6729,36 |
| **64,00** | Caja metálica para Banco de contadores (1,00x1,30) (sum-inst) | 7,00 | u | 168,52 | 1179,64 |
| **65,00** | Válvula de Compuerta 3/4 pulgada + incluye caja (sum-inst) | 13,00 | u | 134,97 | 1754,61 |
| **66,00** | Válvula de Compuerta 1 pulgada + incluye caja (sum-inst) | 10,00 | u | 154,79 | 1547,90 |
| **67,00** | Válvula de Compuerta 2 1/2 pulgadas + incluye caja (sum-inst) | 4,00 | u | 303,53 | 1214,12 |
| **68,00** | Válvula de Compuerta HF 4 pulgadas (sum-inst) | 8,00 | u | 327,03 | 2616,24 |
| **69,00** | Válvula de Compuerta HF 6 pulgadas (sum-inst) | 4,00 | u | 633,14 | 2532,56 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **70,00** | Hormigón de Cisternas F'c= 240 kg/cm2, (Incl. encofrado - desencofrado) | 12,00 | m3 | 211,03 | 2532,36 |
| **ELÉCTRICO** | | | | | |
| **71,00** | Conmutador de Iluminación | 26,00 | u | 15,20 | 395,20 |
| **72,00** | Cuadro de Control de Accesorios e Iluminación 480V MLO (sum. + Coloc.) | 1,00 | u | 259,40 | 259,40 |
| **73,00** | Iluminación de 60x120 (sum. colc.) | 57,00 | u | 49,07 | 2796,99 |
| **74,00** | Tubería 13mm (sum. colc.) | 438,31 | m | 1,95 | 854,70 |
| **75,00** | Caja Rectangular (sum. colc.) | 32,00 | u | 1,56 | 49,92 |
| **76,00** | Caja Rectangular (inst. elect.) | 32,00 | u | 1,56 | 49,92 |
| **77,00** | Uniones de Tuberías de 13mm | 96,00 | u | 1,08 | 103,68 |
| **78,00** | Unión de tuberías 13mm Diámetro tipo Codo | 54,00 | u | 1,06 | 57,24 |
| **79,00** | Luminaria AP LED, 220w 120-277, flujo luminoso 2700 lm, color luz blanco-intermedio 4000 - 5000 k, IP65. | 78,00 | u | 702,23 | 54773,94 |
| **80,00** | Luminaria de alta potencia led, de 120w 120-277, flujo luminoso 13200 lm, color luz blanco-intermedio 4000 - 5000 k, índice de protección IP66. | 35,00 | u | 542,04 | 18971,40 |
| **81,00** | Luminaria ledvance high bay led, de 200w 120-277, flujo luminoso 26000 lm, color luz blanco-intermedio 4000 - 5000 k, índice de protección IP65. | 333,00 | u | 329,47 | 109713,51 |
| **82,00** | Luminaria de alta potencia led, de 90w 120-277, flujo luminoso 9300 lm, color luz blanco-intermedio 4000 - 5000 k, índice de protección IP66. | 64,00 | u | 238,93 | 15291,52 |
| **83,00** | Acometida 2 N.8 + N N.8+T N.12 Awg THHN - Cuarto basura | 250,00 | m | 6,37 | 1592,50 |
| **84,00** | Acometida 2(2 N.8 + N N.8+T N.12) Awg THHN - SS. HH ZONA 2 | 810,00 | m | 6,37 | 5159,70 |
| **85,00** | Acometida en media tensión 3 N.4/0 (15kv) +1 N.2 Awg Cu TTU | 3000,00 | m | 58,23 | 174690,00 |
| **86,00** | Acometida 2(2 N.8 + N N.8+T N.12) Awg THHN - CAMARA FRIO | 250,00 | m | 6,37 | 1592,50 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **87,00** | Acometida 2(2 N.8 + N N.8+T N.12) Awg THHN - SS. HH ZONA 1 | 485,50 | m | 6,37 | 3092,64 |
| **88,00** | Acometida 2 N.8 + N N.8+T N.10 Awg THHN - FARMACIA | 435,10 | m | 6,57 | 2858,61 |
| **89,00** | Acometida 2 N.8 + N N.8+T N.10 Awg THHN - AGENCIA BANCARIA | 435,10 | m | 6,57 | 2858,61 |
| **90,00** | Acometida 2 N.8 + N N.8+T N.10 Awg THHN - COMEDOR ZONA 1 | 635,40 | m | 6,57 | 4174,58 |
| **91,00** | Acometida 3 N.350MCM+1 N.250-T N.2/0 Awg Cu THHN / LOCAL MCP ZONA 1/P1 | 525,10 | m | 114,85 | 60307,74 |
| **92,00** | Acometida 3 N.350MCM+1 N.250-T N.2/0 Awg Cu THHN / LOCAL MCP ZONA 1/P2 | 515,66 | m | 114,85 | 59223,55 |
| **93,00** | Acometida 3 N.4/0+N N-2/0 +T N.2 Awg Cu THHN - LOCAL VFA ZONA1/P1 | 378,45 | m | 90,53 | 34261,08 |
| **94,00** | Acometida 3 N.4/0+N N.2/0 +T N.2 Awg Cu THHN - LOCAL VFA ZONA1/P2 | 950,07 | m | 90,53 | 86009,84 |
| **95,00** | Acometida (3 N.250 MCM + N N.2/0 +T N.2) Awg Cu THHN - BOMBA 35HP | 375,35 | m | 104,16 | 39096,46 |
| **96,00** | Acometida 3 N.4/0 + N N.2/0 + T N.2 Awg Cu THHN - SCI | 520,50 | m | 90,53 | 47120,87 |
| **MECÁNICO** | | | | | |
| **104,00** | Conducto Metálico de Climatización 30x30 cm (sum. colc.) | 537,66 | m | 15,51 | 8339,11 |
| **105,00** | Derivaciones / Radio reducido (sum. colc.) | 2,10 | m | 23,01 | 48,32 |
| **106,00** | Unidad VAV con ventilador paralelo – Tamaño 6 (400 mm) (sum. inst.) | 1,00 | u | 684,12 | 684,12 |
| **107,00** | Suministro y colocación de plenum/rejilla de 600x600 mm con conexión de 300x300 mm | 37,00 | u | 19,89 | 735,93 |
| **108,00** | Codo de Conducto Metálico de Climatización 30x30 cm (suministro y colocación) | 32,00 | u | 20,85 | 667,20 |
| **109,00** | Cruz de Conducto Metálico de Climatización 30x30 cm (suministro y colocación) | 4,00 | u | 27,52 | 110,08 |
| **110,00** | Remate rectangular para conducto de climatización (sum. colc.) | 2,00 | u | 14,41 | 28,82 |
| **111,00** | Transición rectangular angular 45° (sum. colc.) | 3,00 | u | 21,81 | 65,43 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **112,00** | Unión de Conducto Metálico de Climatización 30x30 cm (suministro y colocación) | 43,00 | u | 6,16 | 264,88 |
| **113,00** | Unión de Tuberías de 400mm de Diámetro | 1,00 | u | 13,45 | 13,45 |
| **ESTRUCTURAL** | | | | | |
| **114,00** | Hormigón simple en Riostras F´c= 210 kg/cm2, (Incluy encofrado y desencofrado) | 20,81 | m3 | 188,47 | 3922,06 |
| **115,00** | Hormigón Simple en Vigas F´c= 210 kg/cm2, (Incluy encofrado y desencofrado) | 40,53 | m3 | 224,43 | 9096,15 |
| **116,00** | Hormigón Simple en Columnas F´c= 210 kg/cm2, (Incluy encofrado y desencofrado) | 67,59 | m3 | 216,61 | 14640,67 |
| **117,00** | Hormigón Simple en Zapata de Cimentación F´c= 210 kg/cm2, (Incluy encofrado y desencofrado) | 74,40 | m3 | 181,33 | 13490,95 |
| **118,00** | Contrapiso de Hormigón simple e= 8 cm, F´c= 210 kg/cm2 | 3260,45 | m3 | 29,24 | 95335,56 |
| **119,00** | Pilares Metálicos (Incluye sold.) | 9474,90 | kg | 8,03 | 76083,45 |
| **120,00** | Correas Metálicas 5cm X 5cm (Incluye sold.) | 643,08 | kg | 8,03 | 5163,93 |
| **121,00** | Correas Metálicas 7.5cm X 7.5cm (Incluye sold.) | 1271,33 | kg | 8,03 | 10208,78 |
| **122,00** | Correas Metálicas 10cm X 20cm (Incluye sold.) | 8222,30 | kg | 8,03 | 66025,07 |
| **123,00** | Perfiles Metálicos 10cm X 20cm (Incluye sold.) | 1203,35 | kg | 8,03 | 9662,90 |
| **124,00** | Acero de refuerzo (sum, cort, dob y armada) 8MM X 06MT | 4427,00 | kg | 1,98 | 8765,46 |
| **125,00** | Acero de refuerzo (sum, cort, dob y armada) 12MM X 12 MT | 7661,64 | kg | 1,98 | 15170,05 |
| **126,00** | Acero de refuerzo (sum, cort, dob y armada) 14MM X 09 MT | 62389,11 | kg | 1,98 | 123530,44 |
| **127,00** | Malla electrosoldada 6 mm 10 x 10 cm, (6.25 x 2.40 m) (sum inst) | 3260,45 | m2 | 8,13 | 26507,46 |
| **OBRA CIVIL** | | | | | |
| **128,00** | Excavación mecánica sin clasificar (0 - 2) m | 1956,27 | m3 | 2,40 | 4695,05 |
| **129,00** | Desalojo de material de excavación, D < a 6 km. | 1956,27 | m3 | 2,50 | 4890,68 |

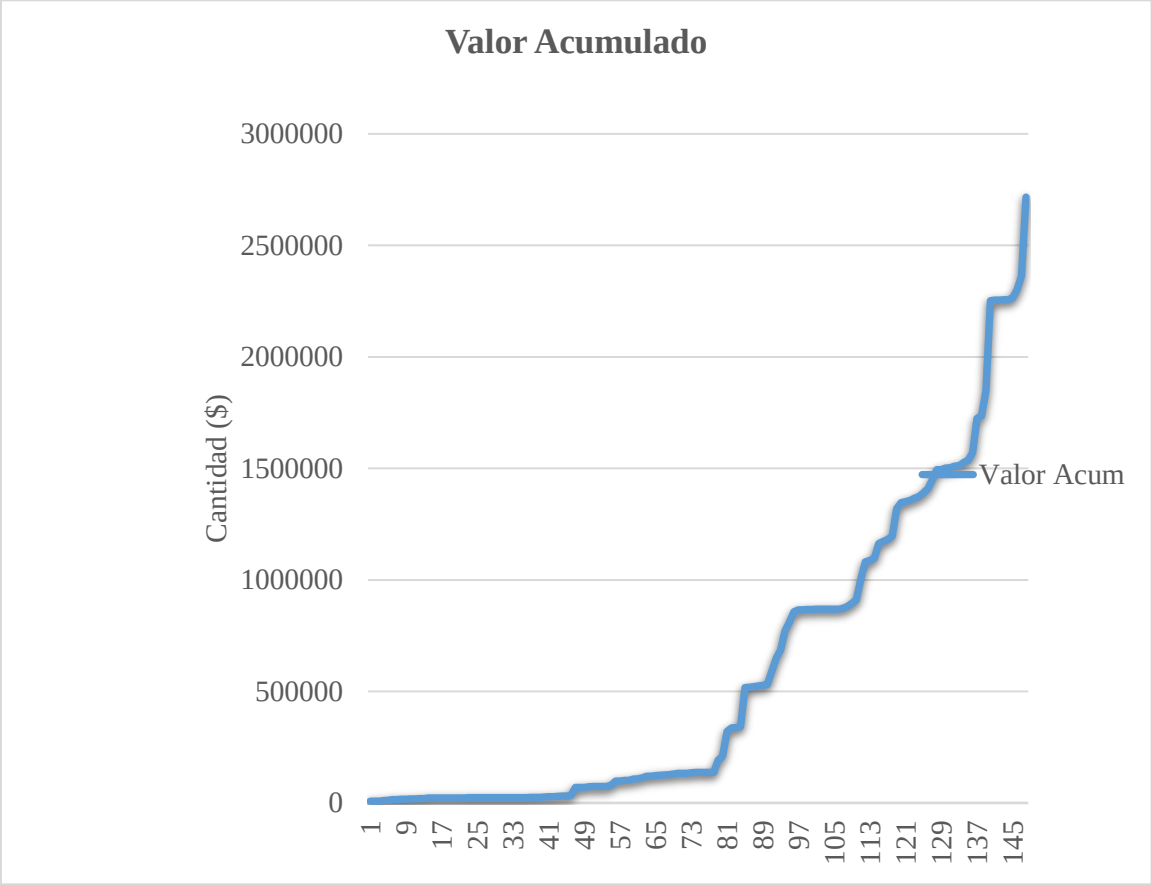
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **130,00** | Relleno con material mejoramiento D < 4 plg, Vías, (Incluye tendido, compactación) | 1304,18 | m3 | 8,16 | 10642,11 |
| **131,00** | Sub-base clase 2, (Incluye tendido, compactación) | 652,09 | m3 | 11,82 | 7707,70 |
| **132,00** | Mampostería de bloque macizo 7x20x40 cm | 1334,00 | m2 | 12,01 | 16021,34 |
| **133,00** | Mampostería de bloque pesado 15x20x40 cm | 1058,27 | m2 | 17,66 | 18689,05 |
| **134,00** | Cielo Raso de Gypsum (sum. colc.) | 3260,45 | m2 | 12,00 | 39125,40 |
| **135,00** | Cubierta Termoacústica (sum. colc.) | 3076,16 | m2 | 14,79 | 45496,41 |
| **136,00** | Cumbrero metálico prepintado azul, e=40 mm | 70,00 | m | 6,81 | 476,70 |
| **137,00** | Canal metálico para aguas lluvias (tool galv e=1/20pulg (,260-,500-,33) | 140,00 | m | 57,97 | 8115,80 |
| **138,00** | Contrapiso de Hormigón simple e= 8 cm, F´c= 210 kg/cm2 | 20,93 | m2 | 29,24 | 611,99 |
| **139,00** | Enlucido Vertical (mortero 1=2) | 1010,05 | m2 | 6,63 | 6696,63 |
| **ACABADOS** | | | | | |
| **140,00** | Duelas Revestimiento - Steel Frame (sum. colc.) | 193,37 | m2 | 9,35 | 1808,01 |
| **141,00** | Empaste exterior de paredes / Pintura Esmalte (sum. colc.) | 1915,44 | m2 | 7,26 | 13906,09 |
| **142,00** | Mampara-Vidiro y perfil metálico (sum. colc.) | 113,91 | m2 | 97,34 | 11088,00 |
| **143,00** | Paredes Móviles (20cm) (sum. colc.) | 920,71 | m2 | 35,66 | 32832,52 |
| **144,00** | Planchas de Aluminio Compuesto (sum. colc.) | 635,73 | m2 | 242,40 | 154100,95 |
| **145,00** | Planchas de fibrocemento (sum. colc.) | 812,69 | m2 | 14,96 | 12157,84 |
| **146,00** | Revestimiento de Granito (sum. colc.) | 3281,40 | m2 | 34,54 | 113339,56 |
| **147,00** | Acabado de Granito Lavado Pulido (sum. colc.) | 3260,45 | m2 | 123,63 | 403089,43 |
| **148,00** | Puerta Interior MDF Aglomerado 70x240 cm (sum e instal) | 14,00 | u | 182,36 | 2553,04 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **149,00** | Puerta Interior MDF Aglomerado 80x240 cm (sum e instal) | 5,00 | u | 182,36 | 911,80 |
| **150,00** | Puerta Interior MDF Aglomerado 90x240 cm (sum e instal) | 2,00 | u | 182,36 | 364,72 |
| **151,00** | Puerta Interior MDF Aglomerado 100x240 cm (sum e instal) | 3,00 | u | 182,36 | 547,08 |
| **152,00** | Puerta Doble Interior MDF Aglomerado 160x240 cm (sum e instal) | 20,00 | u | 364,98 | 7299,60 |
| **MOBILIARIO** | | | | | |
| **153,00** | Mesa de 120cmX220cm | 147,00 | u | 250,00 | 36750,00 |
| **154,00** | Sillas | 686,00 | u | 90,00 | 61740,00 |
| | | **PRECIO TOTAL DEL PROYECTO:** | | | 2362277,24 |
| | | **PRECIO POR METRO CUADRADO:** | | | 724,52 |
| | | **IVA:** | | | 0,15 |
| | | **PRECIO TOTAL DEL PROYECTO:** | | | 2716618,82 |
| **SON:** | | **DOS MILLONES SETECIENTOS DIECISÉIS MIL SEISCIENTOS DIECIOCHO CON 82/100 DÓLARES AMERICANOS** | | | |

*Nota.* La tabla representa un análisis detallado por rubro para el proyecto, lo que incluye preliminares, instalaciones, acabados y mobiliarios con su respectivo precio unitario y total, al final aplicando el 15% del IVA. Elaboración propia.

**Figura 40**

*Curva de Valor Acumulado*




*Nota.* La curva da una representación de la acumulación del valor económico de cada rubro, desde los preliminares hasta acabados y mobiliarios, lo que nos permite identificar los puntos donde mayor financiamiento habrá. Elaboración propia.

# CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1 Conclusiones

La utilización del método BIM 5D en la planificación de un centro de convenciones en Machala puso de manifiesto el valor tangible de este enfoque como un recurso para mejorar la administración de proyectos en el sector público. Aparte de la tecnología, BIM ofrece una metodología diferente de trabajo, en donde la organización, los costos y la coordinación entre diferentes áreas se integran desde las fases iniciales con mayor exactitud y supervisión. A lo largo del desarrollo del proyecto, se demostró que la implementación de modelos 5D contribuye a reducir errores, a optimizar recursos y a anticipar dificultades técnicas que a menudo ocurren durante la etapa de edificación.

El establecimiento de un BEP fue crucial para definir un marco de trabajo colaborativo definido y establecer responsabilidades, lo que permitió una planificación más eficiente del proyecto dentro del marco de la municipalidad.

Uno de los descubrimientos más significativos fue que el éxito de este enfoque no depende solamente de las herramientas disponibles, sino de la disposición de personas y organizaciones para adaptarse, adquirir saberes y colaborar de manera efectiva.

Este estudio apoya la idea de que la adopción de BIM 5D puede generar una transformación considerable en la calidad técnica y en la eficiencia de los procedimientos, simbolizando un progreso importante hacia una gestión más moderna y consistente en la construcción de infraestructuras públicas.

## 5.2 Recomendaciones

Implementar el BEP (Plan de Implementación BIM) como el documento esencial en los proyectos municipales, dado que simplifica la estructuración de los procesos laborales, establece funciones concretas y fomenta la colaboración entre diversas especialidades.

Ofrecer capacitación constante al equipo técnico, no solo en la utilización de herramientas BIM, sino también en métodos de trabajo en equipo y administración de datos, con el propósito de disminuir la necesidad de especialistas externos y potenciar las habilidades internas.

Introducir gradualmente la metodología BIM en las instituciones gubernamentales, comenzando con proyectos piloto que incorporen equipos técnicos formados. Esto facilitará la implementación de procesos replicables y promoverá una cultura de planificación completa desde los primeros pasos del diseño.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Forbes. (2016, 20 de octubre). *Forbes anuncia el lanzamiento de Forbes Argentina en noviembre de 2016* [Nota de prensa]. Forbes. https://www.forbes.com/sites/forbespr/2016/10/20/forbes-announces-plans-to-launch-forbes-argentina-november-2016/

Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. Leadership and Management in Engineering, 11(3), 241–252. https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127

Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of building information modeling (BIM). International Journal of Project Management, 31(7), 971–980. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001

Mojica Arboleda, A., Gómez Rodríguez, J., & Ramírez Fonseca, F. (2016). Planificación y control de proyectos aplicando BIM: Un estudio de caso. Ingeniería, 20(1), 34–45.

Shehzad, H. M. F., Ibrahim, R. B., Yusof, A. F., Khaidzir, K. A. M., Hassan, O. H. A., & Abdalla, S. A. (2021). Building information modelling adoption: Systematic literature review. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 72, 920–932.

Zhang, J., Teizer, J., Lee, U. K., Eastman, C. M., & Venugopal, M. (2021). Building information modeling (BIM) and safety: Automatic safety checking of construction models and schedules. Automation in Construction, 22, 102–111.

Wang, X., Love, P. E. D., Kim, M. J., Park, C. S., Sing, C. P., & Hou, L. (2022). A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality. Automation in Construction, 34, 37–44.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors (2 ed.). John Wiley & Sons.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). BIM handbook: A guide to building information modeling. Wiley.

Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and construction management: Proven tools, methods, and workflows (2 ed.). John Wiley & Sons.

Smith, D. K. (2014). BIM: Mapping out the future. Construction Management Association of America.

Smith, D. K., & Tardif, M. (2009). Building information modeling: A strategic implementation guide. Wiley.

Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2020). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. John Wiley & Sons.

Smith, P. (2021). Building information modeling: A comprehensive guide for the construction industry. Springer.

Banco Central del Ecuador. (2023). Reporte de exportaciones no petroleras. https://www.bce.fin.ec

Cámara de Comercio de Machala. (2023). Análisis de costos logísticos en eventos corporativos.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2022). Empleo en proyectos de infraestructura pública.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). Estudio sobre movilidad profesional en El Oro.

Ministerio de Desarrollo Urbano. (2023). Reporte nacional de eficiencia constructiva.

GAD Machala. (2024). Plan operativo anual.

Cámara de Industrias de El Oro. (2023). Impacto económico de la infraestructura para eventos.

Ministerio de Producción, Comercio e Inversiones. (2023). Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI). https://www.gob.ec/ministerio-produccion-comercio-inversiones/codigo-organico-produccion-comercio-inversiones

Ministerio de Vivienda. (2023). Ley de ordenamiento territorial, uso y gestión del suelo (LOOTUGS). https://www.gob.ec/ministerio-vivienda/ley-ordenamiento-territorial-uso-gestion-suelo

Unión Europea. (2014). Directiva 2014/24/UE sobre contratación pública. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0024

Autodesk. (2024). The evolution of BIM dimensions: 3D, 4D, 5D, and beyond. https://www.autodesk.com

NBS. (2021). BIM dimensions: 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained*. https://www.thenbs.com

BibLus. (2021). The 7 dimensions of BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D BIM explained. https://biblus.accasoftware.com

Revit BIM Services. (2024). BIM dimensions: An overview. https://revitbimservices.com

Brick & Bolt. (2024). Exploring different construction methods: Traditional to innovative. https://www.bricknbolt.com

RedStone Construction Group. (2023). Traditional vs. modern construction techniques. https://redstone-cg.com

Construction Times. (2024). Uncovering the pros and cons of traditional construction methods in architecture. https://constructiontimes.com

BibLus. (2021). What is BIM coordination and why it is important. https://biblus.accasoftware.com

BIMfinite. (2023). Everything you need to know about BIM: A comprehensive guide. https://www.bimfinite.com

MDT Arquitectura. (2023). Barreras que impiden una implementación BIM exitosa. https://www.mdtarquitectura.com/barreras-bim

Eude Business School. (2023). Desafíos y soluciones en la implementación de BIM. https://www.eude.edu.ec/desafios-bim

IDESIE Business School. (2020). Metodología BIM o método tradicional. https://www.idesie.edu.ec/metodologia-bim

Revizto. (2024). BIM y gestión de riesgos. https://www.revizto.com/bim-riesgos

Autodesk. (2023). Beneficios de BIM. https://www.autodesk.com/beneficios-bim

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Artículo 263.

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Artículo 264.

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Artículo 292.

Código Orgánico de Organización Territorial. (2008). Artículo 468.

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). (2010). Artículo 2.

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). (2010). Artículo 64.

Ley de Turismo. (2016).

Política de Turismo del Ecuador. (2018).