

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Análisis comparativo de desempeño de herramientas BIM para la gestión
4D de proyectos de construcción.

PROYECTO DE GRADUACIÓN.

Previo la obtención del Título de:

Previo la obtención del Título de máster en ingeniería civil.

Presentado por:

Zambrano Vera José Armando.

Ibarra Mata David Andrés

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2025

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mi madre que siempre estuvo para todo y es mi pilar fundamental, a la memoria de mi papá que sé que está muy orgulloso de mi desde el cielo y aunque no esté presente yo lo llevé conmigo a todos lados.

Al ser especial que hace poco llego a mi vida y será motor para seguir creciendo profesionalmente, mi pequeña Ailany.

A mis hermanas por la ayuda, en cada paso donde me hicieron sentir su amor y respaldo.

A mis sobrinos que les estoy dando el ejemplo de perseverancia y que los sueños se cumplen cuando los trabajas.

También a esa persona especial que ha estado en mi vida estos últimos años que a pesar de lo bueno o malo que haya pasado pues sigue a mi lado.

Y sin más que decir, Gracias totales.

Armando Zambrano Vera.

Le dedico esta tesis a mi amada esposa, Stefania Pezantes, desde que te conocí me has brindado tu apoyo y amor incondicional, todo lo que hago es por y para ti.

David Ibarra Mata.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero a Dios por permitirme estar viviendo este momento. Estar aquí no es suerte, en mi vida he pasado por situaciones realmente dolorosas y soy sinónimo de valentía, coraje y fuerzas.

Nunca me rendí y no renuncié, aunque por mi mente a veces pasaban aquellos pensamientos, doy gracias a Dios por darme las fuerzas para seguir y es por eso que estoy aquí disfrutando de este momento.

Con un profundo agradecimiento a mi mamá por apoyar cada paso que doy, gracias a su apoyo incondicional y gran amor hacia mi puedo decir que sin ella nada hubiera sido posible.

Agradezco el apoyo brindado de mi tutor el Ing. Víctor Orozco en todo nuestro proyecto de titulación, gran docente y un excelente tutor para este proyecto de tesis.

Agradecer a todos mis docentes por los conocimientos brindados en esta etapa de postgrados.

A mi compañero de tesis el Arq. David Ibarra que fue un excelente compañero no solo en nuestro proyecto de titulación, sino que en todo el programa de maestría.

Gracias totales a todos.

Armando Zambrano Vera.

A Dios, por ser mi fortaleza y mi refugio en cada desafío que me ha dado la vida. Gracias por darme las oportunidades, la inteligencia y la perseverancia necesarias para alcanzar esta nueva meta. Sin ti, soy consciente que nada en mi vida hubiera sido posible.

A mi familia entera, por su amor y apoyo constante. Cada uno con ustedes, con su ejemplo, me enseñaron el valor del esfuerzo y la dedicación. Por eso, muchas gracias.

A mis profesores tutores, agradezco su apoyo y conocimiento.

David Ibarra Mata.

DECLARACIÓN EXPRESA

Nosotros Zambrano Vera José Armando e Ibarra Mata David Andres acordamos y reconocemos que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. El o los estudiantes deberán procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 9 de marzo del 2025

Zambrano Vera José Armando

Ibarra Mata David Andrés

EVALUADORES

Fernanda Estefania Mejia Peralta

Profesor de Materia

Samantha Tamara Jimenez Oyola

Profesor de Materia

M.Sc.Victor Manuel Orozco Chavez

Tutor de proyecto

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es comparar el rendimiento de la herramienta BIM 4D, especialmente Navisworks y Bixel Manager 24.

Revit, desarrollado por Autodesk, software de modelado de información de construcción (BIM) que permite la creación de modelos digitales tridimensionales detallados, utilizó un modelo digital de tres dimensiones que se integró con los planes de trabajo utilizando Navisworks y Bixel Manager 24. Se llevaron a cabo simulaciones 4D, a las que se les permitió visualizar el progreso con actividades constructivas a lo largo del tiempo. Además, se evaluó la eficiencia, la usabilidad y la compatibilidad de ambas herramientas; esto se hizo a través de encuestas (n =69) realizadas a profesionales de la industria de la construcción. Los resultados mostraron que Navisworks ofreció una curva de aprendizaje más rápida y una fácil integración con otros programas, mientras que Bixel Manager proporcionó mejores resultados en la simulación de calidad gráfica y una secuencia constructiva compleja en la representación. Ambas herramientas redujeron el tiempo de interpretación de la información técnica contra los métodos tradicionales. La aplicación de las herramientas BIM 4D en Ecuador puede contribuir a mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de los proyectos de construcción y optimizar la planificación, el rendimiento y el control del proceso.

Este proyecto contribuye con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la ONU, en particular con el ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) y el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables), al fomentar la eficiencia en la planificación y ejecución de proyectos de construcción mediante el uso de tecnologías digitales avanzadas.

Palabras Clave: BIM 4D, Navisworks, Bixel Manager, Construcción, Planificación.

ABSTRACT

The objective of this project is to compare the performance of 4D BIM tools, specifically Navisworks and Bexel Manager 24.

Revit, developed by Autodesk, is a Building Information Modeling (BIM) software that enables the creation of detailed three-dimensional digital models. In this study, a 3D digital model was integrated with work plans using Navisworks and Bexel Manager 24. 4D simulations were conducted, allowing for the visualization of construction activities over time.

Additionally, the efficiency, usability, and compatibility of both tools were evaluated through surveys (n = 69) conducted among professionals in the construction industry. The results showed that Navisworks offered a faster learning curve and easier integration with other programs, while Bexel Manager provided better results in graphical quality simulation and the representation of complex construction sequences. Both tools significantly reduced the time required to interpret technical information compared to traditional methods. The application of 4D BIM tools in Ecuador can contribute to improving the efficiency and sustainability of construction projects, optimizing planning, performance, and process control.

This project contributes to the Sustainable Development Goals (SDGs) established by the United Nations, particularly SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure), SDG 11 (Sustainable Cities and Communities), and SDG 12 (Responsible Consumption and Production), by promoting efficiency in the planning and execution of construction projects through the use of advanced digital technologies.

Keywords: 4D BIM, Navisworks, Bexel Manager, Construction, Planning.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
ÍNDICE GENERAL	9
ABREVIATURAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE GRÁFICOS	14
CAPÍTULO 1.....	15
Introducción	15
1.1 Antecedentes	18
1.2 Localización.....	21
1.3 Estudios previos	21
1.4 Definición de la problemática	23
1.5 Justificación.....	24
1.6 Objetivos.....	25
1.6.1 Objetivo General	25
1.6.2 Objetivos Específicos	25
CAPÍTULO 2.....	27
Desarrollo del proyecto	27
2.1 Marco conceptual.....	27
2.1.1 Introducción al modelado de información de construcción (BIM)	27
2.1.2 Métodos tradicionales de planificación y ejecución de proyectos.....	27
2.1.3 Gestión 4D en la construcción	28
2.1.4 Herramientas BIM 4D: Navisworks y Bexel Manager	28
2.1.5 Relevancia en el Contexto Ecuatoriano	30
2.2 Marco metodológico.....	32

2.2.1	Evaluación de Herramientas BIM 4D: Navisworks y Bexel Manager	24.32
2.2.2	Trabajo de laboratorio o gabinete	33
2.2.3	Recolección y tabulación de datos	34
CAPÍTULO 3		36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		36
3.1	Creación del proyecto y creación del modelado en las herramientas BIM 4D	36
3.2	Hallazgos del proceso de modelado	38
3.2.1	Hallazgos de los autores de las herramientas usadas	39
3.3	Análisis de resultados	42
3.3.1	Características generales de la muestra	42
3.3.2	Resultados de encuestas	45
CAPÍTULO 4		56
Conclusiones Y Recomendaciones		56
4.1.	Conclusiones	56
4.2.	Recomendaciones	57
BIBLIOGRAFÍA		58
ANEXOS		61

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
CDE	Common Data Environment (Entorno Común de Datos).
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible.
CAF	Corporación Andina de Fomento.
AEC	Architecture, Engineering, and Construction (Arquitectura, Ingeniería y Construcción).
BEXEL	Herramienta de software para planificación y gestión de proyectos BIM 4D
Navisworks	Herramienta de software para revisión, simulación y gestión de modelos BIM 4D.
2D	Two-Dimensional (Bidimensional).
3D	Three-Dimensional (Tridimensional).
4D	Fourth Dimension (Cuarta dimensión: tiempo).
T-test	Herramienta estadística que compara medias de grupos para determinar si hay diferencias significativas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 BIM 4D proviene de la integración del modelo 3D con el tiempo (cronograma) de obra.....	15
Figura 2 Curva de McLeamy.....	16
Figura 3 Herramienta BIM 4D. Formato Navisworks	17
Figura 4 Planificación y programación: comparación entre programación 4D con el método tradicional.....	19
Figura 5 Planificación y programación: comparación entre programación tradicional y programación 4D	20
Figura 6 Localización de obra.....	21
Figura 7 BIM 4D, aplicado en la planificación de obra, como en su ejecución posee distintos niveles de influencia sobre el proyecto construido	24
Figura 8 Análisis Comparativo de Aspectos BIM 4D en Países de América Latina y el Caribe	30
Figura 9. Modelo de simulación en secuencia y QR de la simulación de Navisworks...	37
Figura 10. Modelo de simulación en secuencia y QR de la simulación Bexel Manager	24.
.....	38
Figura 11 Cronograma de la primera fase del proyecto de obra	62
Figura 12 Cronograma de la fase de cimentación.....	63
Figura 13. Cronograma de estructura metálica y losa.....	64
Figura 14 Cronograma de instalaciones y acabados.....	64
Figura 15 Cronograma de pinturas y detalles finales	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabulaciones de datos	34
Tabla 2. Edad del universo de la investigación.....	42
Tabla 3. Genero del universo de la investigación.....	42
Tabla 4. Región donde provienen los encuestados	42
Tabla 5. Nivel de formación profesional	43
Tabla 6. Nivel de formación académica	43
Tabla 7. Distribución De Años De Experiencia En Construcción.....	43
Tabla 8. Familiaridad con el nivel de las herramientas BIM 4D	44
Tabla 9. Herramientas BIM 4D utilizadas previamente	44
Tabla 10. Tamaño promedio de los proyectos que ha trabajado.....	45
Tabla 11. Análisis estadístico de preguntas 1 y 2	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Pregunta 1 de encuesta	46
Gráfico 2. Pregunta 2 de encuesta	46
Gráfico 3. Pregunta 3 de encuesta	47
Gráfico 4. Pregunta 4 de encuesta	48
Gráfico 5. Pregunta 5 de encuesta	48
Gráfico 6. Análisis del tiempo entre pregunta 4 y pregunta 5.....	49
Gráfico 7. Pregunta 6 de encuesta	50
Gráfico 8. Pregunta 7 de encuesta	51
Gráfico 9. Pregunta 8 de la encuesta.....	52
Gráfico 10. Análisis del tiempo entre pregunta 7 y pregunta 8	52
Gráfico 11. Pregunta 9 de la encuesta.....	53
Gráfico 12. Pregunta 10 de la encuesta.....	54
Gráfico 13. Pregunta 11 de la encuesta.....	54
Gráfico 14. Pregunta 12 de la encuesta.....	55

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El proceso de construcción de un proyecto comprende varias etapas fundamentales: diseño preliminar, diseño detallado, documentación de construcción, construcción y operación. En cada una de estas etapas, las decisiones tomadas tienen un impacto directo en el desempeño del proyecto, tanto en términos de costo como de tiempo. Una gestión eficaz durante las fases iniciales del proyecto permite prever posibles inconvenientes y optimizar recursos, minimizando cambios costosos en etapas posteriores (Eastman C. y otros, 2011).

Building Information Modeling (BIM) en su dimensión 4D es una metodología que integra la variable temporal (cronograma del proyecto) con modelos tridimensionales, permitiendo visualizar y simular digitalmente la secuencia constructiva en el tiempo. (Eastman C. y otros, 2011).

En este contexto, la implementación de BIM 4D cobra una importancia creciente, ya que permite una gestión eficiente del proyecto mediante la vinculación del modelo 3D con el cronograma de obra. Al hacer visible la evolución del proyecto en el tiempo, se mejora la previsión de riesgos, la coordinación de recursos y la optimización de procesos constructivos. De este modo, BIM 4D proporciona ventajas significativas en la planificación y gestión de proyectos, asegurando un control integral y una mayor eficiencia en su desarrollo (Mori Infanzon & Zamora Geronimo , 2023).

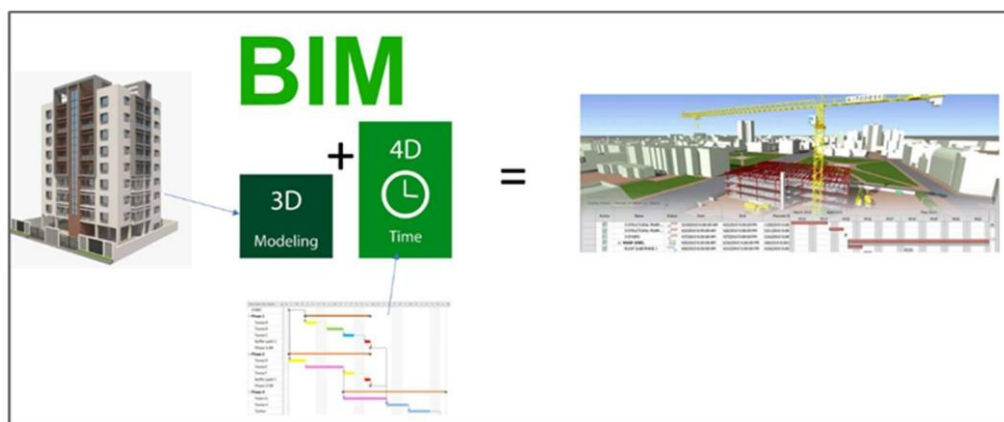


Figura 1 BIM 4D proviene de la integración del modelo 3D con el tiempo (cronograma) de obra.

Este estudio se centra en analizar y demostrar los beneficios que se pueden lograr mediante el uso de un modelo de planificación de construcción basado en BIM 4D, enfatizando su capacidad para optimizar la toma de decisiones y prevenir complicaciones durante la ejecución. Sin embargo, es necesario diferenciar los beneficios que BIM 4D aporta en etapas tempranas, como las exploradas en este trabajo, de aquellos que se manifiestan durante la ejecución de la obra. En las primeras fases, el uso de herramientas como Navisworks y Bexel Manager permitieron anticipar conflictos, evaluar alternativas constructivas y planificar de manera más eficiente. Por otro lado, en la fase de construcción, estas herramientas facilitan el seguimiento del progreso y la comunicación entre las partes interesadas.

La curva de McLeamy, que grafica en la figura 2, muestra que, efectivamente, el potencial de afectar el costo y el desempeño del proyecto es mayor en las primeras etapas de diseño, mientras que el costo de realizar cambios aumenta significativamente en etapas más avanzadas, por lo que este estudio tiene como objetivo analizar comparativamente el desempeño de herramientas BIM 4D en la gestión de proyectos de construcción, enfatizando su capacidad para optimizar la planificación y coordinación en las fases iniciales (Hetherington, 2013).

A través de un análisis detallado y fundamentado, se busca evidenciar cómo la integración de tecnologías avanzadas puede transformar la gestión tradicional y contribuir al éxito de los proyectos en la industria de la construcción.

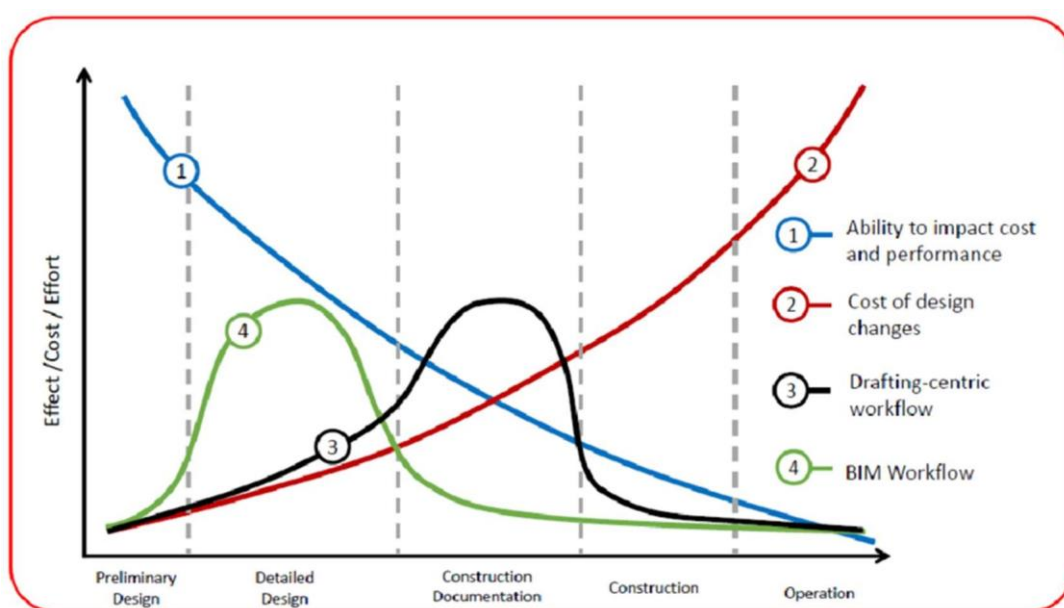


Figura 2 Curva de McLeamy

En la industria de la construcción, Building Information Modelling (Modelado de Información de Construcción) (BIM) ha transformado la planificación y gestión de proyectos. Conforme el proceso de madurez e implementación de esta metodología va progresando en las entidades, se hace factible incorporar nuevas “dimensiones” al alcance tridimensional típico de un objeto diseñado en computador para finalidades de construcción de obra, permitiendo la integración de elementos como la planificación temporal, el análisis de costos, la evaluación de sostenibilidad y la gestión del ciclo de vida del proyecto. Estas dimensiones adicionales amplían significativamente las capacidades de coordinación, análisis y optimización, haciendo de BIM 4D una herramienta estratégica para lograr proyectos más eficientes, sostenibles y alineados con los objetivos de las organizaciones integrando modelos digitales de la geometría de la obra, al mismo tiempo que da información sobre el tiempo de ejecución de las actividades que se necesitan para completar dicha obra en modo de cronograma.

Como se puede observar en la figura 3 a continuación, esto brinda una perspectiva sobre los componentes de BIM4D las salidas típicas que se obtiene de este proceso. Se hace evidente que las personas deben de tener un grado de madurez de conocimiento necesario, ya que se requiere conocimiento en obra, conocimiento del software especializado y de gestión avanzada de información.

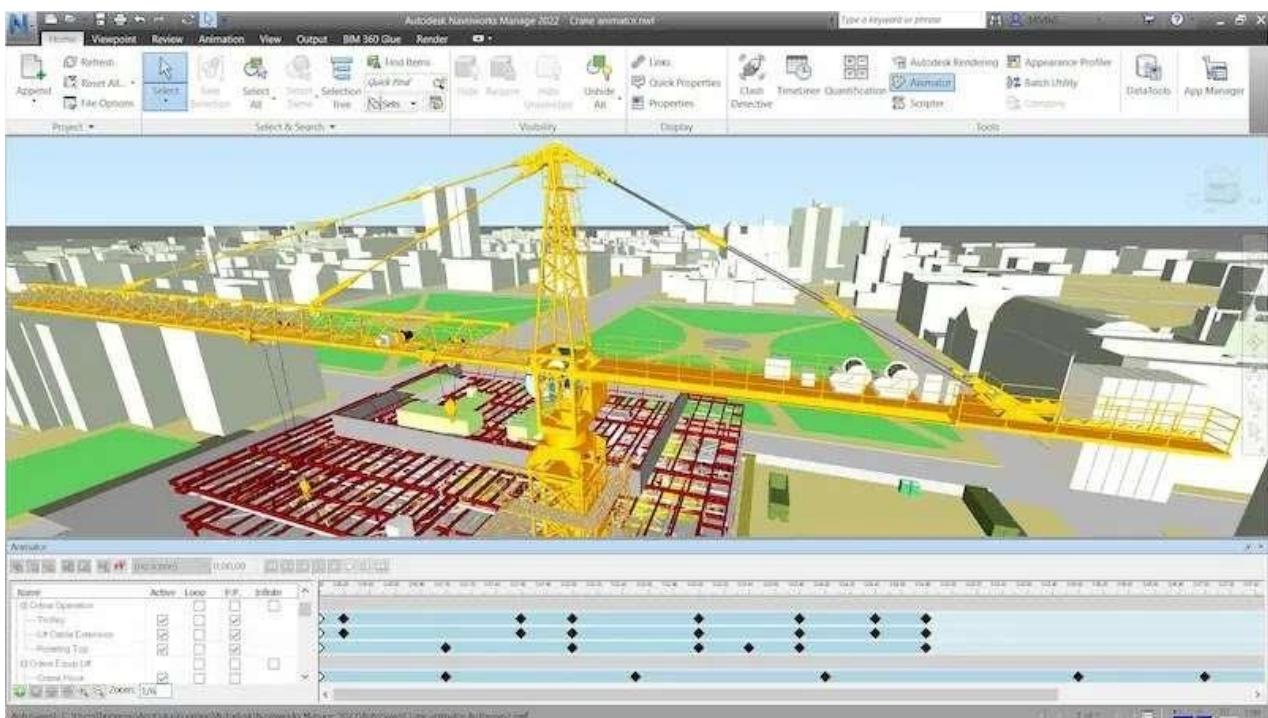


Figura 3 Herramienta BIM 4D. Formato Navisworks

El presente estudio comparará herramientas BIM 4D como Navisworks y Bexel manager analizando su impacto en la eficiencia del proyecto y su capacidad para optimizar recursos, tiempo y coordinación, al anticipar y resolver conflictos antes de que surjan (Greenwood y otros, 2022).

La relevancia de esta investigación radica en que el creciente uso de BIM 4D en la industria de la construcción, que exige seleccionar herramientas óptimas para maximizar la coordinación, mejorar la comunicación y optimizar la gestión de proyectos. El uso eficaz de BIM 4D puede reducir los errores de planificación tradicionales hasta en un 40%, ahorrando dinero y mejorando la calidad del proyecto. Además, facilita una comunicación más fluida entre los actores relevantes, reduciendo así el riesgo de retrasos y sobrecostos. El análisis comparativo de ambas herramientas de BIM 4D proporciona una mirada crítica a las herramientas disponibles y también destaca la importancia de adoptar tecnologías avanzadas en una industria altamente competitiva y exigente (Prabhakar Deore & Deepa A., 2024).

Este enfoque permite evaluar no sólo las ventajas técnicas de estas plataformas en términos de visualización, coordinación y optimización de recursos, sino también su impacto frente a las prácticas tradicionales. Al comparar estos enfoques, intentamos mostrar cómo la aplicación de tecnologías avanzadas puede superar las limitaciones tradicionales: aumentar la eficiencia, reducir errores y optimizar el tiempo y el costo de los proyectos de construcción.

1.1 Antecedentes

La introducción del enfoque BIM 4D ha revolucionado la gestión de proyectos de construcción, destacando especialmente su dimensión temporal (BIM 4D) que integra cronogramas con modelos tridimensionales. Esta combinación promueve una planificación y un control más precisos, permitiendo la visualización inmediata del progreso y la identificación temprana de conflictos potenciales. Sin embargo, su adopción enfrenta desafíos importantes, como la resistencia al cambio, la falta de conciencia de sus beneficios y métodos tradicionales persistentemente ineficaces, especialmente en entornos complejos donde la coordinación multidisciplinaria es esencial (Prabhakar Deore & Deepa A., 2024).

El desarrollo de la industria de la construcción está estrechamente relacionado con la transformación digital, que destaca el uso del BIM 4D como factor clave en la optimización de los procesos operativos, de desarrollo y ejecución de proyectos. En este

contexto, la gestión 4D es fundamental para mejorar la planificación, coordinación y control de las actividades constructivas. Este enfoque permite modelar el flujo de actividades, predecir conflictos, reducir riesgos y facilitar la colaboración entre las partes interesadas. A pesar de estas ventajas, se evidencia que la programación 4D suele ser criticada por profesionales que consideran esta herramienta como innecesaria o demasiado complicada en comparación con los métodos tradicionales. Este debate, a menudo se centra en la idea de que la programación tradicional (utilizando herramientas como gráficos de barras) es suficiente para la gestión de proyectos, mientras que la visualización 4D se ve como un elemento adicional sin ningún propósito práctico. Sin embargo, esta perspectiva suele estar influenciada por el desconocimiento, la resistencia al cambio o el miedo a salir de la zona de confort que ofrecen los enfoques tradicionales. La realidad es que la programación 4D no sólo permite una mejor visualización de los planes de trabajo, sino que también ayuda a identificar conflictos, optimizar la coordinación entre equipos y reducir el riesgo de errores durante la ejecución (Tamer Elgohari, 2024). La figura 4 muestra la comparación entre la programación tradicional y la programación 4D que vincula el cronograma con un modelo 3D para una comprensión más clara y detallada del proyecto demostrando cómo este enfoque transforma la gestión de proyectos en un entorno más eficiente y colaborativo.

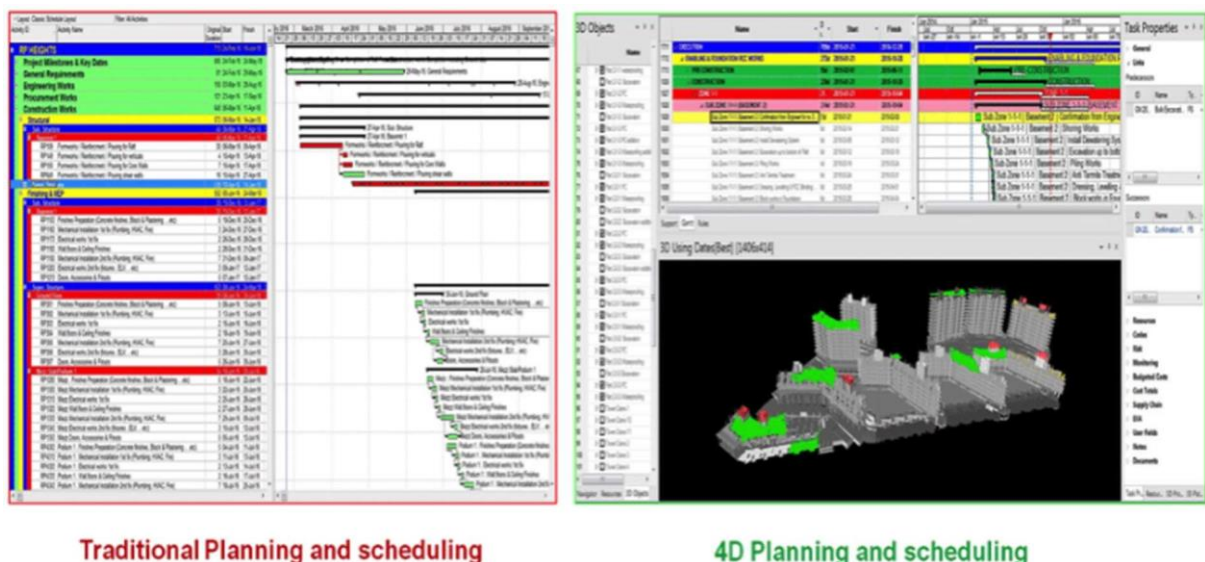


Figura 4 Planificación y programación: comparación entre programación 4D con el método tradicional.

1.2 Localización.

El proyecto se encuentra ubicado en el cantón Milagro, provincia del Guayas, en la República del Ecuador. Su posición geográfica específica, en la figura 6, se detalla mediante un enfoque jerárquico, desde su ubicación a nivel nacional hasta el sitio exacto dentro del cantón.

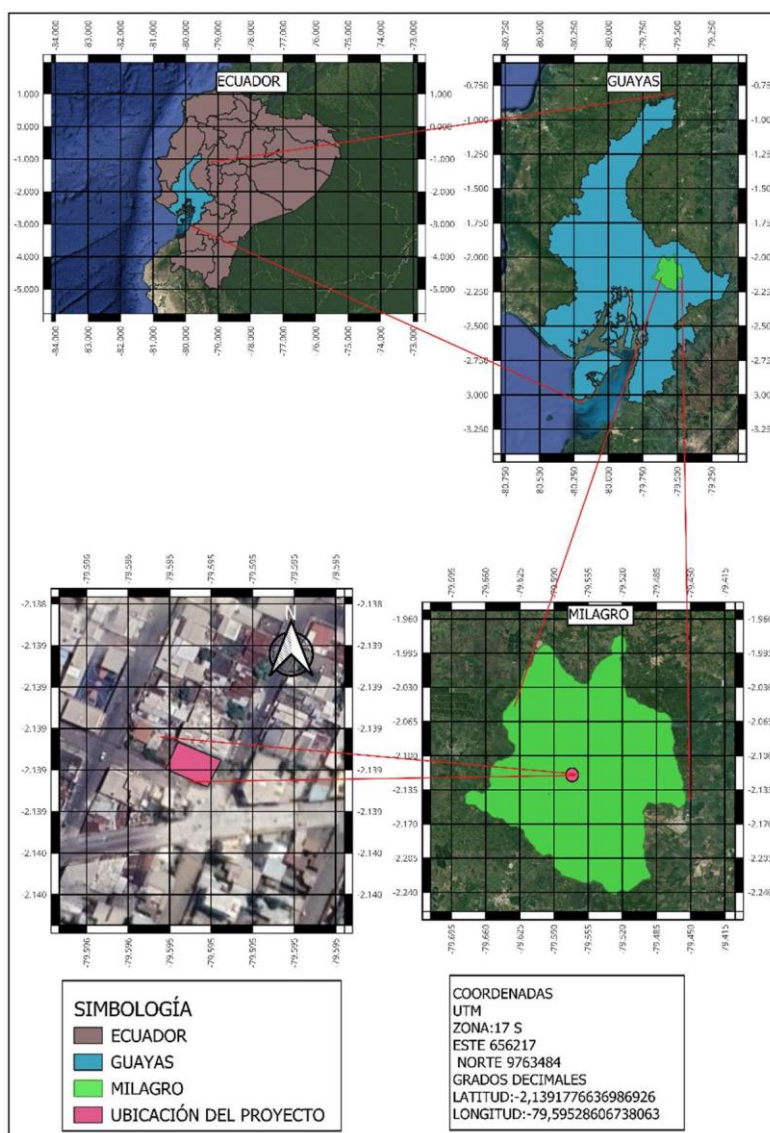


Figura 6 Localización de obra.

1.3 Estudios previos

En América Latina, diversos estudios han investigado la implementación de herramientas BIM 4D en la gestión de proyectos de construcción, destacando sus ventajas y desafíos. Por ejemplo, Mori Infanzon y Zamora Geronimo (2022)

analizaron la aplicación de herramientas virtuales BIM 4D en el proyecto "Edificio Multifamiliar El Parque" en Lima, Perú. Las mejoras se midieron en términos de tiempo de construcción, costos asociados y detección de incompatibilidades. La simulación 4D permitió reducir los tiempos en las fases de diseño y ejecución al identificar conflictos entre disciplinas de manera temprana, lo que evitó retrasos y retrabajos costosos. Este enfoque no solo mejoró la planificación, sino que también optimizó los recursos empleados en el proyecto. Su análisis mostró que la simulación 4D permitió una reducción del 18% en el tiempo de construcción total, pasando de un plazo estimado de 14 meses a 11.5 meses, lo que representó un ahorro directo de aproximadamente \$85,000 en costos operativos. Además, el uso de BIM 4D facilitó la identificación de incompatibilidades entre disciplinas, reduciendo los retrabajos en un 22%. Esto se tradujo en un ahorro adicional de \$30,000 relacionados con correcciones que habrían sido necesarias durante la construcción. En total, el proyecto experimentó una reducción global del costo del 9%, lo que significó un ahorro aproximado de \$115,000 en comparación con las estimaciones iniciales.

En Colombia, Galvis Lizarazo (2022) evaluó la aplicación de métodos BIM 4D en proyectos de infraestructura pública. La centralización de información mediante modelos BIM 4D permitió agilizar la toma de decisiones, reducir tiempos operativos y mejorar la calidad en la entrega de los proyectos. Además, la transparencia y predictibilidad de los resultados logrados con esta metodología incrementaron la confianza de los financiadores, un factor clave en el desarrollo de proyectos sostenibles. La investigación mostró que la implementación de modelos BIM 4D puede centralizar la información del proyecto, mejorar la productividad, la eficiencia y la calidad, así como aumentar la confianza de los financieros. Además, Colombia impulsa la adopción de la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 para impulsar la transformación digital de la industria de la construcción.

En Chile, Trejo Carvajal (2022) estudió el impacto del uso de métodos BIM 4D en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción. El estudio concluyó que BIM 4D no reemplaza la gestión de proyectos, sino que funciona como una herramienta complementaria para crear cambios en los procesos de planificación y control, centralizar la información de los proyectos y promover su uso en futuros proyectos de inversión.

Estos estudios muestran que la implementación de herramientas BIM 4D en proyectos de construcción en América Latina puede ayudar a mejorar la planificación,

coordinación y control del trabajo, optimizar recursos y reducir riesgos relacionados con retrasos y sobrecostos. Sin embargo, también señalaron que se deben superar barreras como la resistencia al cambio y la falta de capacitación en estas tecnologías para maximizar sus beneficios.

1.4 Definición de la problemática.

En la industria de la construcción, los proyectos se enfrentan constantemente a los desafíos de planificar, coordinar y controlar las actividades. Los retrasos, los sobrecostos, los errores de diseño y los problemas de comunicación entre las partes interesadas son situaciones comunes que afectan el desempeño y la viabilidad del proyecto. La creciente complejidad y la interacción interdisciplinaria en el trabajo requieren métodos y herramientas avanzados para mejorar la eficiencia operativa.

En este contexto, el enfoque BIM, especialmente en su dimensión 4D, se perfila como una solución prometedora al integrar modelos 3D con cronogramas de obra, optimizando la gestión del tiempo y los recursos. Según Eastman et al. (2017), la implementación de BIM 4D permite visualizar las interacciones entre diferentes elementos constructivos a lo largo del tiempo, facilitando la identificación temprana de conflictos y mejorando la toma de decisiones (Eastman y otros, 2017).

La falta de evaluaciones comparativas sobre el desempeño de las herramientas BIM 4D en escenarios reales, esto limita la capacidad de los profesionales de la construcción para obtener estudios de casos de referencia e identificar similitudes entre proyectos que utilizaron BIM 4D y sus propios proyectos, lo que dificulta la selección de herramientas y flujos de trabajo digitales físicos. Por ello, es fundamental analizar las ventajas, desafíos y limitaciones de estas herramientas, permitiendo elegir las más eficientes y alineadas con los requisitos específicos de la industria, lo que contribuirá a una construcción más sostenible y competitiva.

BIM 4D permite que todo el equipo del proyecto, incluidas las partes interesadas, participen en la toma de decisiones informada desde las primeras etapas del proyecto. Según (Azhar, 2011), el uso de BIM 4D proporciona una plataforma común para integrar información de diseño, cronogramas y recursos, facilitando una mejor comunicación y colaboración. Este enfoque permite anticipar posibles conflictos con antelación y desarrollar soluciones eficaces antes de que surjan.

(Eastman C. y otros, 2017) destacó que la dimensión 4D en BIM no solo puede mejorar la planificación y la programación, sino también simular escenarios para evaluar diferentes estrategias de construcción.

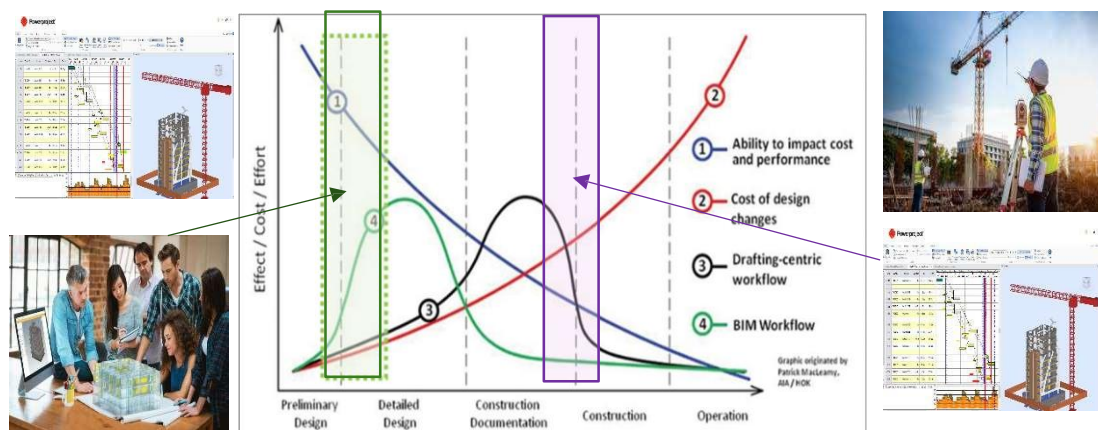


Figura 7 BIM 4D, aplicado en la planificación de obra, como en su ejecución posee distintos niveles de influencia sobre el proyecto construido.

1.5 Justificación

Debido a la creciente complejidad de los proyectos y la necesidad de optimizar la planificación y ejecución, el análisis comparativo de la efectividad de las herramientas BIM para la gestión 4D de proyectos de construcción es fundamental. Utilizando BIM con integración 4D, es posible incorporar la dimensión temporal, facilitando la visualización de los planes de actividades en un modelo 3D. Esto mejora la coordinación entre equipos, reduce errores y retrasos y aumenta la utilización de recursos (Doukari et al., 2022).

Abordar esta cuestión es fundamental porque la eficacia de la gestión del tiempo y los recursos en la práctica de la ingeniería afecta directamente el éxito del proyecto. Las herramientas BIM 4D no sólo proporcionan una visión más precisa de la obra, sino que también gestionan los plazos y los costes de forma más eficaz, ayudando a reducir el riesgo y optimizar el proceso de construcción (Eastman C. et al., 2017). Un aspecto clave que aporta la integración 4D es la capacidad de vincular el activo a construirse (ya sea un edificio, puente, carretera, etc.) con su proceso constructivo planificado. Esto permite realizar análisis detallados y tomar decisiones informadas desde las etapas tempranas del proyecto. Según Eastman et al. (2018), esta conexión facilita la simulación de escenarios constructivos, la identificación de riesgos potenciales y la optimización de cronogramas, logrando una mayor eficiencia en la planificación y ejecución.

Además, esta mejora de la gobernanza está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura) y el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), contribuyendo a una industria de la construcción y un desarrollo sostenible más eficientes y sostenibles. La investigación de estas herramientas también puede identificar qué herramientas son más efectivas para cada tipo de proyecto, impactando así positivamente en la productividad y sostenibilidad de la industria (Secretaría Nacional de Planificación Ministerio de Ecuador, 2020).

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Comparar el desempeño de dos herramientas BIM 4D, Navisworks y Bexel Manager 24, en la gestión 4D de un proyecto de construcción ubicado en Milagro, Ecuador. El análisis evaluará aspectos como precisión, usabilidad, interoperabilidad y eficiencia, con el objetivo de optimizar la planificación, ejecución y control de este proyecto específico, considerando las características y desafíos propios de la industria local.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Analizar las funcionalidades específicas de Navisworks y Bexel manager 24 para la gestión 4D en proyectos de construcción, identificando sus principales características técnicas y operativas.
- Evaluar el desempeño de Navisworks y Bexel Manager 24 en términos de precisión en la vinculación de modelos tridimensionales con cronogramas y la detección de inconsistencias técnicas en el proceso constructivo.
- Comparar la usabilidad y la curva de aprendizaje de Navisworks y Bexel manager 24 en contextos de obra real, considerando la experiencia de usuarios en la industria ecuatoriana.
- Determinar la interoperabilidad de Navisworks y Bexel manager 24 con el método tradicional utilizados en la construcción, y cómo esta afecta la colaboración entre los distintos actores de un proyecto.

- Proponer recomendaciones basadas en los resultados comparativos para optimizar la adopción y uso de herramientas BIM 4D en la gestión de proyectos de construcción en Ecuador, mejorando la eficiencia y reduciendo riesgo.

CAPÍTULO 2

DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Introducción al modelado de información de construcción (BIM)

El modelado de información de construcción (BIM) es un gran avance en los métodos de gestión de proyectos en la industria de la construcción. A diferencia de los enfoques tradicionales que se basan en dibujos 2D y herramientas independientes de planificación y presupuestación, BIM 4D integra todas las dimensiones del proyecto en un entorno colaborativo digital. En particular, el método BIM 4D combina la dimensión temporal con un modelo tridimensional, permitiendo una planificación, ejecución y control más precisos al sincronizar el cronograma con el modelo geométrico del proyecto.

El valor de BIM 4D radica en su capacidad para proporcionar visualización y análisis dinámicos del progreso de la construcción, identificación temprana de conflictos y optimización de recursos. Esto contrasta marcadamente con los enfoques tradicionales, que a menudo sufren sobrecostos, retrasos y fallas de coordinación debido a la falta de integración. En este sentido, el uso de herramientas BIM 4D no sólo redefine la forma de construir, sino que también marca la pauta para proyectos más eficientes y sostenibles (Porrás-Díaz y otros, 2015).

2.1.2 Métodos tradicionales de planificación y ejecución de proyectos.

La gestión de proyectos de construcción tradicional se basa en herramientas como diagramas de Gantt, hojas de cálculo y sistemas de control que funcionan de forma independiente. Si bien estas herramientas son útiles, tienen limitaciones importantes como la falta de coordinación, visibilidad limitada y desafíos de identificación de conflictos. (Terrazas Pastor, 2011) Además, la integración efectiva de cronogramas de ejecución, planos de diferentes especialidades y costos involucrados requiere un alto grado de experiencia y experticia (Díaz-Canel Bermudez & Fernandez Gonzalez, 2020), esta tarea implica un nivel de coordinación que supera las capacidades de los métodos de planificación tradicionales, los cuales a menudo adoptan un enfoque de "resolver en obra". Este enfoque reactivo no solo genera incertidumbre, sino que también incrementa significativamente el riesgo de variaciones en los costos y tiempos del proyecto debido a

cambios no planificados durante la etapa de ejecución. La implementación de herramientas BIM 4D busca precisamente mitigar estos riesgos, proporcionando un marco más estructurado y predecible para la gestión de proyectos.

2.1.3 Gestión 4D en la construcción.

La gestión 4D se refiere a conectar modelos tridimensionales al flujo de trabajo y agregar una dimensión de tiempo al análisis del proyecto. Este enfoque permite a los ingenieros y directores de proyectos simular, planificar y controlar de forma más eficiente las secuencias de construcción.

Simulación de secuencia de construcción: las herramientas BIM 4D permiten a los usuarios crear simulaciones dinámicas que reflejan la evolución de un proyecto a lo largo del tiempo. Esto puede brindarle una idea más clara de cómo interactúan las diferentes campañas y cómo optimizarlas (Tito & Ximena, 2022).

Detección y resolución temprana de conflictos: al sincronizar cronogramas con modelos 3D, BIM 4D ayuda a identificar conflictos entre disciplinas antes de que ocurran en el sitio, reduciendo costos y demoras.

Optimización de recursos: con BIM 4D, los gerentes de proyectos pueden analizar y ajustar cronogramas para mejorar la utilización de recursos, reducir el tiempo de inactividad y aumentar la eficiencia (Terrazas Pastor, 2011).

Un estudio de caso del proyecto CESI Nanterre 2 en Francia muestra que la implementación de BIM 4D redujo los conflictos en más de un 30%, mejoró la coordinación entre equipos y optimizó los cronogramas en un 25% (Tito & Ximena, 2022).

2.1.4 Herramientas BIM 4D: Navisworks y Bixel Manager

2.1.4.1 Navisworks.

Navisworks es una plataforma consolidada en el mercado, conocida por su capacidad para revisar, visualizar y analizar modelos 3D. Sus características incluyen:

- Detección de Colisiones: Identifica conflictos entre elementos del diseño.
- Integración con Cronogramas: Permite vincular modelos 3D con herramientas de programación como Microsoft Project.
- Simulaciones en Tiempo Real: Ofrece la capacidad de simular secuencias constructivas, ayudando a los equipos a planificar con mayor precisión (Medina Camacho , 2023).

2.1.4.2 Bexel Manager

Bexel Manager 24 es una herramienta más reciente que ha ganado popularidad debido a su enfoque en la interoperabilidad y análisis avanzado. Si bien su presencia en Sudamérica es aún limitada, en Europa y Estados Unidos ha logrado un alto grado de aplicación en proyectos relevantes.

Algunas de las características de esta herramienta incluyen:

- Análisis Integrado: Combina la gestión de cronogramas, costos y recursos en un único entorno.
- Visualización y Reportes: Genera reportes detallados que facilitan la toma de decisiones.
- Interoperabilidad: Compatible con una amplia gama de formatos y plataformas, lo que facilita su integración en flujos de trabajo existentes.
- Inteligencia Artificial: El uso de herramientas del programa se ve fortalecido con la incorporación de Inteligencia artificial, optimizando flujos de trabajo.

Ambas herramientas tienen ventajas y desventajas, y su desempeño será evaluado en este estudio para determinar cuál se adapta mejor a los contextos específicos de proyectos en Ecuador.

2.1.4.3 Impacto social y ambiental del BIM 4D

El uso de BIM 4D no sólo cambia la dinámica interna de un proyecto, sino que también tiene importantes consecuencias sociales y ambientales (Pérez Suárez y otros, 2024).

Impacto social:

- Mejor comunicación y transparencia: BIM 4D mejora la colaboración entre equipos, contratistas y clientes al proporcionar un contexto visual claro para todas las partes interesadas.
- Reducción de conflictos: la identificación temprana de problemas puede reducir las disputas entre contratistas y propietarios, fomentando un ambiente de colaboración.

Impacto en el medio ambiente:

- Reducir los residuos: una mejor planificación reduce los materiales de desecho y los costos asociados.
- Construcción sostenible: Al optimizar los procesos, BIM 4D ayuda a reducir las emisiones de carbono relacionadas con la construcción.

En un estudio de Eastman et al. (2017) una investigación muestra que el uso de BIM 4D puede reducir la generación de residuos in situ hasta en un 20%, lo que está en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) respaldados por las Naciones Unidas (Pérez Suárez y otros, 2024).

2.1.5 Relevancia en el Contexto Ecuatoriano

En Ecuador, la industria de la construcción enfrenta importantes desafíos en la implementación de tecnologías avanzadas como el Modelado de Información de Construcción (BIM). Estos desafíos incluyen una capacitación limitada sobre herramientas digitales, la resistencia al cambio y la falta de estándares nacionales que orienten su implementación. Esta situación conduce a prácticas fragmentadas y a una mejora en la eficiencia en la implementación de los proyectos (Secretaría Nacional de Planificación Ministerio de Ecuador, 2020). La Corporación Andina de Fomento (CAF), en su reporte del año 2023 “Panorama general del avance de BIM en América Latina y el Caribe”, muestra a Ecuador como uno de los países con más limitada adopción e interacción en cuanto a BIM en la región (Soto & Manríquez).



Figura 8 Análisis Comparativo de Aspectos BIM en Países de América Latina y el Caribe

La falta de estándares BIM nacionales en Ecuador fue citada como el principal obstáculo según (Alianzabim, 2022). Los profesionales locales reconocen la necesidad

de una transformación digital en la industria de la construcción para avanzar al país hacia la Construcción 4.0.

La ingeniera civil y gerente BIM Liliana Zúñiga señaló que, si bien los profesionales en Ecuador pueden estimar costos y tiempos, enfrentan dificultades para estimar el impacto de los cambios durante el desarrollo de proyectos. Esto se debe a la falta de integración y coordinación BIM. Zúñiga enfatizó que hacer de BIM una política nacional obligatoria en Ecuador ayudaría a su adopción y aumentaría la eficiencia de la industria (Terrazas Pastor, 2011).

La resistencia al cambio y la falta de formación adecuada son barreras adicionales. La implementación de BIM 4D requiere una inversión significativa en educación y desarrollo de habilidades. Pero muchos profesionales carecen de la formación necesaria para utilizar la tecnología de forma eficaz, lo que dificulta su adopción. Además, la resistencia al cambio organizacional puede obstaculizar la transición hacia enfoques más innovadores.

A pesar de estos desafíos, Ecuador ha tomado varias medidas para promover la adopción de BIM 4D. Eventos como la RUTA BIM EC 2024 reúnen a líderes de la industria para demostrar cómo los enfoques BIM pueden mejorar la calidad y eficiencia de la construcción en el país. Con el apoyo de sindicatos y asociaciones de la construcción, así como de empresas líderes, el foro se ha convertido en una plataforma importante para desarrollar habilidades y aplicar enfoques líderes en la industria (Secretaría Nacional de Planificación Ministerio de Ecuador, 2020).

El propósito de este estudio es cerrar la brecha tecnológica existente a través de la difusión de resultados cuantitativos provenientes de la experiencia comparativa del uso de Navisworks y Bexel Manager 24.

Al comparar herramientas como Navisworks y Bexel Manager 24 con métodos tradicionales, este estudio pretende proporcionar información del tipo “caso de estudio”, que contribuya a la difusión de la aplicación de BIM en el país y que profesionales de la rama puedan replicar esta experiencia respecto a la planificación, coordinación y ejecución de proyectos. Esto no sólo beneficia a los profesionales de la construcción, sino que también contribuye a la sostenibilidad y eficiencia de toda la industria (Secretaría Nacional de Planificación Ministerio de Ecuador, 2020).

2.2 Marco metodológico

2.2.1 Evaluación de Herramientas BIM 4D: Navisworks y Bexel Manager 24.

El estudio se enfoca en una experiencia comparativa y experimental para valorar el rendimiento de dos instrumentos de BIM 4D; Navisworks y Bexel Manager 24, dentro del marco de la planificación de un proyecto en etapa temprana, localizado en Milagro - Ecuador. Dicho proyecto, ha sido completado a la fecha del presente estudio, permitiendo contrastar varias situaciones de la planificación de obra con la realidad ejecutada.

El enfoque comparativo, que se realiza en el estudio, consiste en elaborar programaciones de obra 4D (simulaciones 4D) utilizando dos softwares. A continuación, se elabora y divulga una encuesta donde se contrasta estas simulaciones a través de diferentes preguntas. Los parámetros para medir en la encuesta se enfocan en cuantificar:

- Tiempo: en cuanto a la eficiencia en interpretar de una forma más ágil los documentos de construcción presentados.
- Efectividad: para conocer como las simulaciones 4D brindan una forma más precisa de comprender un documento de construcción, tradicionalmente elaborado en 2 dimensiones.
- Apreciación: valorando la preferencia entre los resultados desplegados por Navisworks y Bexel.

En el análisis cuantitativo, se medirán variables basadas en encuestas a un grupo de profesionales, como el tiempo requerido que les tomó entender documentación basada en el método tradicional, versus la inversión de tiempo para comprender dicha documentación, transformada e integrada en simulaciones 4D usando las dos herramientas 4D mencionadas, así como se muestra en el Anexo.

Este estudio registra también variables relacionadas a la implantación de herramientas BIM 4D basadas en la experiencia de los autores. Una primera variable se refiere a la curva de aprendizaje, que se evaluó, cuál de las dos herramientas se considera fue más fácil y clara de aprender. Ambas herramientas fueron utilizadas de manera simultánea; sin embargo, Navisworks 4D presentó una curva de aprendizaje más rápida, lo que permitió completar su manejo en un solo día y finalizar el proyecto en un total de dos días. En contraste, Bexel Manager, al tratarse de una herramienta más compleja, requirió tres días para su aprendizaje y un total de cinco días para concluir el proyecto.

La comparativa de las dos herramientas y su contraste con métodos tradicionales de programación de obra valorará. Las diferencias en la facilidad de adopción de herramientas BIM 4D, sus beneficios potenciales en ahorro de tiempos, la coincidencia en las estimaciones de optimización de procesos según la bibliografía actual, su curva de aprendizaje, entre otros, como se observa en la tabla 8.

2.2.2 Trabajo de laboratorio o gabinete

El proceso de modelado comenzó con la selección y análisis de la documentación base del proyecto real de construcción en Milagro, específicamente los planos 2D proporcionados. Estos planos contenían información relevante sobre aspectos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, sirviendo como referencia para la generación del modelo digital.

Para transformar esta información bidimensional en un entorno tridimensional, se utilizó Autodesk Revit 2024, una herramienta especializada en Building Information Modeling (BIM 4D), permitiendo la creación de un modelo preciso y parametrizado.

Selección y Modelado Inicial:

- Se partió de planos 2D proporcionados por el proyecto real de construcción en Milagro.
- Estos fueron convertidos a modelos tridimensionales (3D) utilizando Revit 2024.

Para la simulación y gestión 4D del proyecto, se configuraron y emplearon dos plataformas especializadas en modelado y planificación: Autodesk Navisworks y Bixel Manager 24. Ambas herramientas fueron fundamentales para integrar el modelo BIM 4D con los cronogramas de obra y facilitar la visualización dinámica de la programación de actividades.

Configuración de Herramientas:

- Las plataformas Navisworks y Bixel Manager 24 se configuraron para incorporar cronogramas detallados del proyecto.
- Se vincularon actividades del cronograma con elementos específicos del modelo BIM 4D y se compararon con el método tradicional.

Simulación de Programación 4D:

- Cada herramienta fue utilizada para simular tanto la programación de actividades para el cronograma de obra completo como para las simulaciones de detalle en actividades constructivas complejas.

- Estas simulaciones incluyeron la visualización de las etapas constructivas, las secuencias de trabajo y los hitos principales.

2.2.3 Recolección y tabulación de datos.

En el marco de esta investigación, se llevó a cabo una encuesta dirigida a profesionales y estudiantes del sector de la construcción con el objetivo de evaluar la percepción y el impacto del uso de herramientas BIM 4D en la planificación y gestión de proyectos. Los participantes fueron consultados sobre diversos aspectos, incluyendo su nivel de experiencia en el sector, su familiaridad con herramientas BIM 4D, los factores que consideran relevantes para mejorar la claridad del proceso constructivo, así como la duración estimada del proyecto utilizando distintas herramientas de modelado y simulación. Tabla 1 donde se evidencia la tabulación de datos. Los datos obtenidos permitieron analizar la curva de aprendizaje y la eficiencia en la ejecución del cronograma a través de software especializado como Navisworks y Bexel Manager. Además, se recogieron variables demográficas y profesionales como el género, el nivel de formación, los años de experiencia y la especialización, lo que permitió contextualizar los resultados dentro del perfil de los encuestados, tabla 9 se evidencia en anexo.

Tabla 1. Tabulaciones de datos

Pregunta 1 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones considera acertada?, elegir una					
El armado		Las riostras		El diseño	
Pregunta 2 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones considera acertada?, elegir una					
El armado		Las riostras		El diseño	
Pregunta 3 ¿Con cuál de las siguientes afirmaciones está usted de acuerdo?, elegir una.					
Simulación video 1, Bexel Manager 24		Simulación Video 2, Navisworks		Ambas Simulaciones	
Pregunta 4 Acorde al cronograma adjunto, cuantos días DE EJECUCION toma el proceso constructivo de Hormigón armado para base de subestación eléctrica, posterior a el hormigón para riostra.					
1 día	2 días	3 días	4 días	No factible	Otros
Pregunta 6 La presente simulación muestra el proceso descrito en la pregunta anterior, pero fue elaborada en una aplicación diferente. Escoja la afirmación que considere apropiada					

Simulación mayor nivel		Simulación menor nivel		Simulación igual nivel	
Pregunta 5 Acorde al cronograma adjunto, cuantos días DE EJECUCION toma el proceso constructivo de Hormigón armado para base de subestación eléctrica, posterior a el hormigón para riosta.					
1 día	2 días	3 días	4 días	No factible	Otros
Pregunta 7 ¿Qué información constructiva del proyecto provee la IMAGEN?					
No permite interpretar proceso	Tapas de perfiles	Decoraciones	Soportes tuberías	Refuerzos estructurales	Otros
Pregunta 8 ¿Qué información constructiva del proyecto provee la siguiente simulación?					
No permite interpretar proceso	Tapas de perfiles	Decoraciones	Soportes tuberías	Refuerzos estructurales	Otros
Pregunta 9 La presente simulación muestra el proceso descrito en la pregunta anterior, pero fue elaborada en una aplicación diferente. Escoja la afirmación que considere apropiada					
Mayor nivel		Menor nivel		Igual nivel	
Pregunta 10 La presente simulación muestra el cronograma total para la construcción del proyecto. Indique que factores considera como un aporte a la claridad del proceso constructivo. (Escoja una)					
Claridad de pasos	Menor tiempo	Calidad de resolución	Granularidad	Otros	
Pregunta 11 La presente simulación muestra el cronograma total para la construcción del proyecto. Indique que factores considera como un aporte a la claridad del proceso constructivo. (Escoja una)					
Claridad de pasos	Menor tiempo	Calidad de resolución	Granularidad	Otros	
Pregunta 12 ¿Cuál es la duración total del proyecto?					
80 días	90 días	100 días	115 días	Otros	

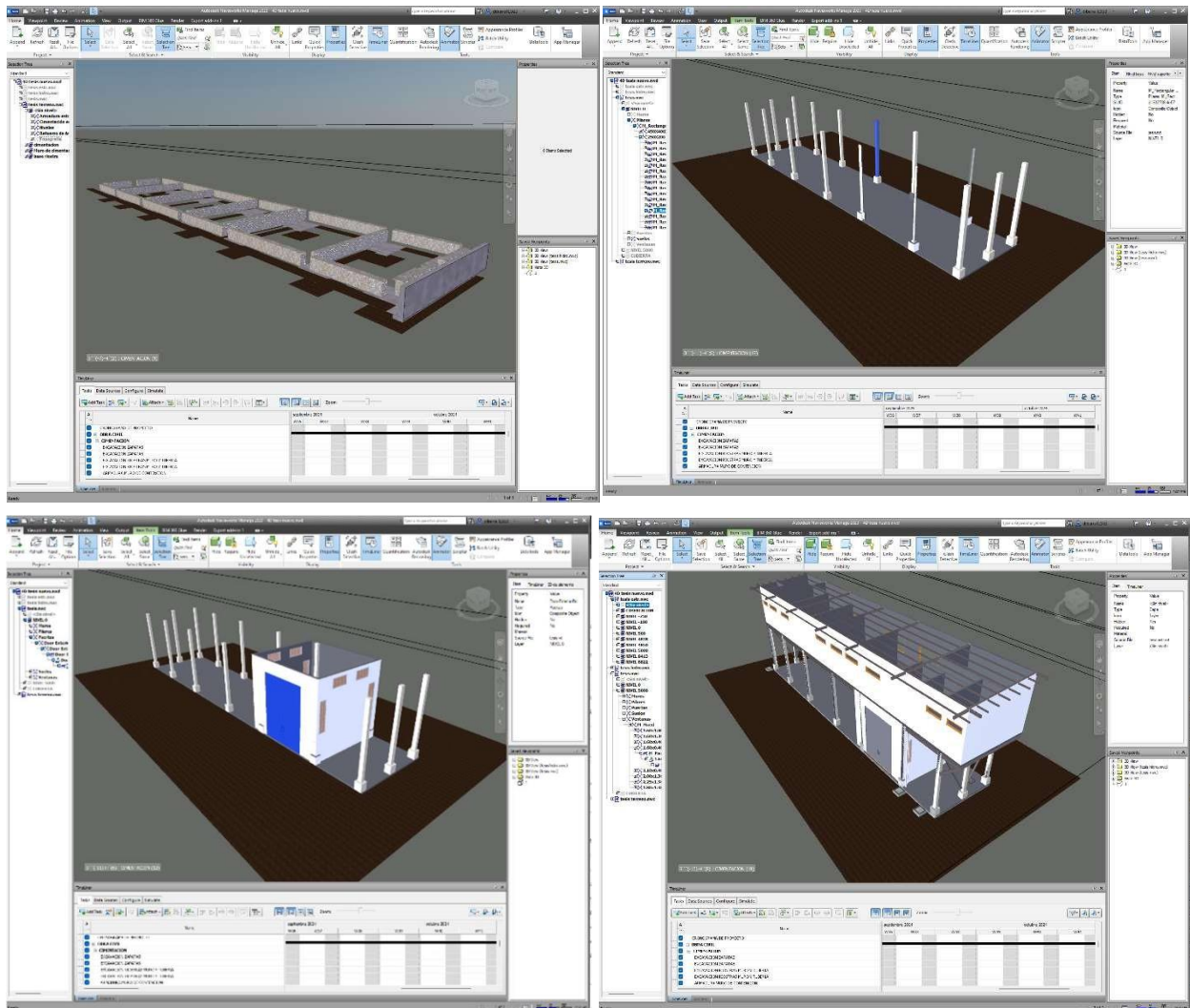
CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Creación del proyecto y creación del modelado en las herramientas BIM 4D.

El proyecto tuvo una duración total de 115 días, iniciando el 8 de julio de 2024 y finalizando el 31 de octubre de 2024. Se realizó un cronograma el cual se dividió en actividades específicas que involucraron diferentes etapas constructivas y equipos multidisciplinarios para garantizar su correcta ejecución, así como se explica en el **Anexo 2**. Aquel modelado fue recreado, por los autores de la investigación, en ambas herramientas estudiadas, Navisworks y Bexel Manager 24.

Navisworks.



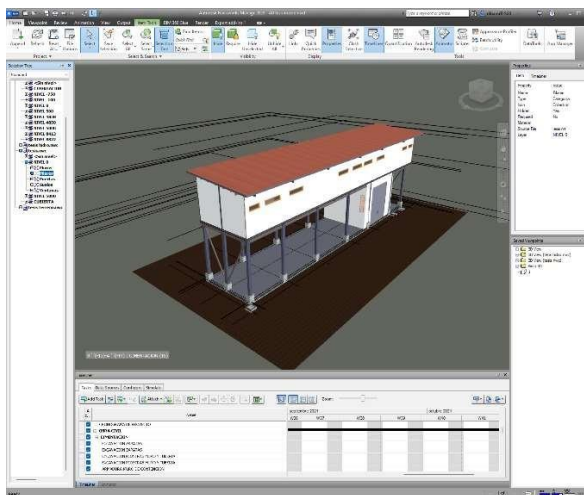


Figura 9. Modelo de simulación en secuencia y QR de la simulación de Navisworks.

Bexel Manager 24.

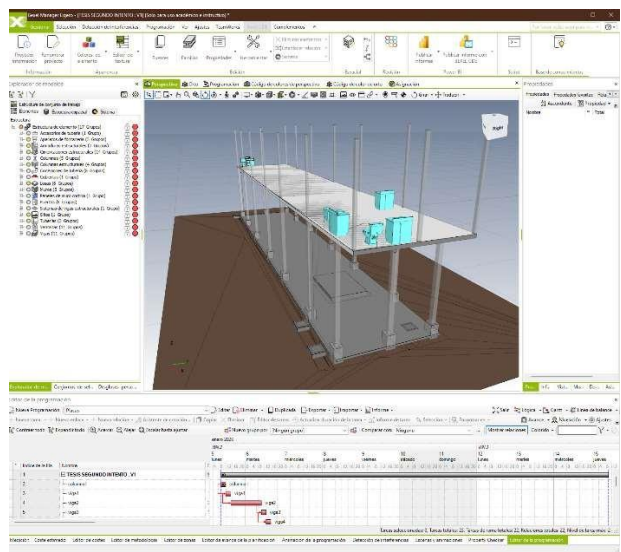
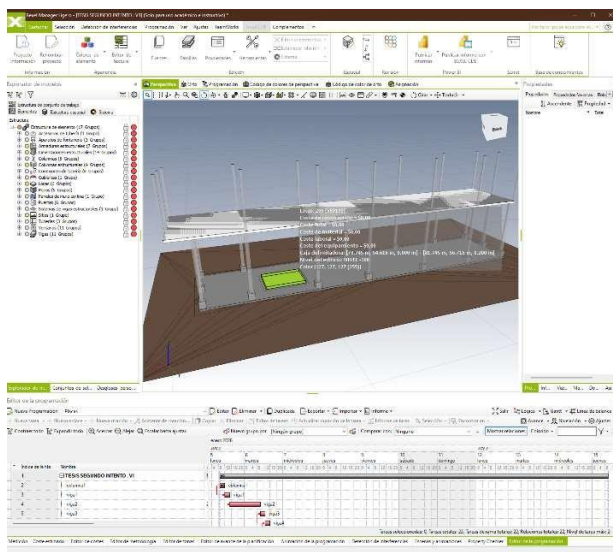
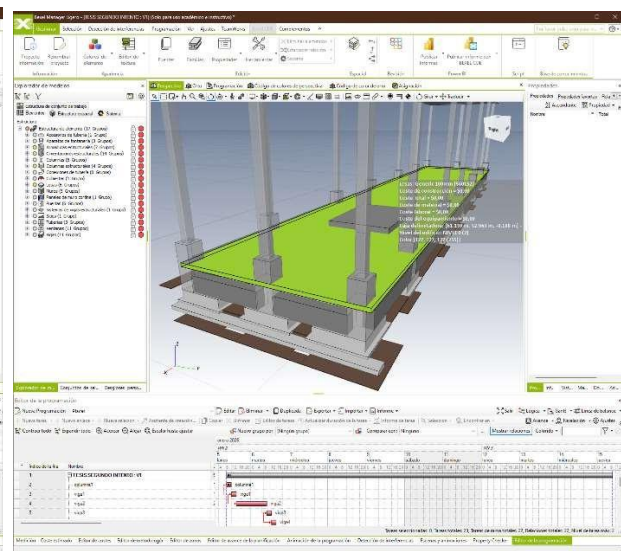
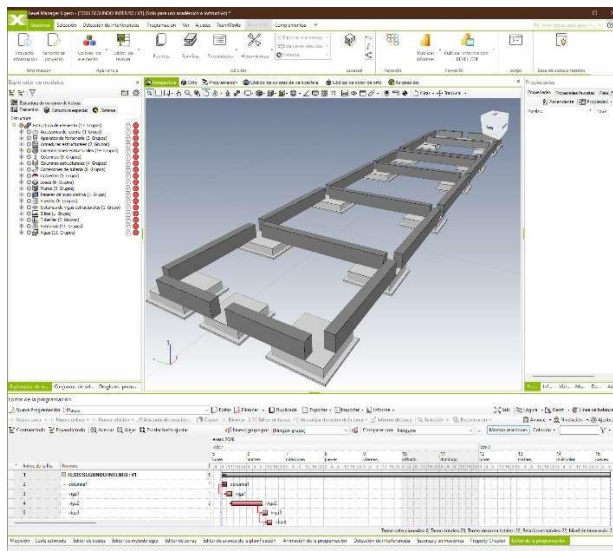




Figura 10. Modelo de simulación en secuencia y QR de la simulación Bexel Manager 24.

3.2 Hallazgos del proceso de modelado.

Placas excéntricas:

Durante la ejecución de la estructura metálica en obra, se identificó una dificultad significativa en la fabricación e instalación de las placas de conexión para vigas y columnas. Esto se debió a que el diseño estructural de las conexiones en las columnas de la planta alta y baja presentaba una geometría excéntrica. La complejidad del diseño, sumada al uso de planos 2D en el método tradicional, generó inconvenientes para el equipo encargado de su fabricación y montaje.

Ante esta problemática, desarrollamos un modelo 3D detallado que permitió visualizar con precisión las conexiones y detectar posibles interferencias antes de la instalación. Además, realizamos una simulación 4D descriptiva del proceso constructivo, optimizando la planificación y reduciendo los tiempos de ejecución en obra.

Varillas longitudinales de las riostras:

Al momento de modelar en 3D, se identificó que las varillas longitudinales de las riostras estaban posicionadas en la cara externa de los dados, en desacuerdo con el criterio técnico establecido, que exige su ubicación en la cara interna de la armadura para garantizar el adecuado comportamiento estructural.

Conexión entre dados y riostras:

Se identificó que la conexión entre los dados y las riostras presentaba un diseño inadecuado en el método tradicional, ya que las varillas, según el plano 2D, se doblaban a 90° para anclarse en las varillas del dado. Este enfoque no cumplía con los principios

técnicos óptimos, que establecen que las varillas deben atravesar completamente la sección del dado para asegurar su correcta funcionalidad y resistencia.

3.2.1 Hallazgos de los autores de las herramientas usadas

Revit

Para desarrollar el modelo 4D, es indispensable construir primero el modelo 3D. En este caso, se utilizó el software Revit. Para la exportación hacia herramientas de gestión 4D, se emplearon complementos específicos como “Convertir RFA a FormIt” para Navisworks y “Publicar para BX3” para Bexel Manager. También se evaluó la exportación en formato IFC cuando fue necesario.

Con el complemento para Navisworks, se obtuvo una exportación exitosa que incluyó todas las texturas, el modelo completo y la información asociada en un archivo de tamaño reducido, lo que evitó la necesidad de recurrir al formato IFC. En contraste, el complemento para Bexel Manager presentó limitaciones, como la pérdida parcial de información en algunos elementos, cambios en su representación gráfica y, en algunos casos, la ausencia completa de ciertos componentes. Esto hizo necesaria la exportación a IFC, especialmente para el modelo estructural, ya que elementos como las placas de conexión no se exportaban correctamente mediante el complemento. Sin embargo, el archivo IFC resultante, al contener toda la información del modelo de Revit, generó archivos de gran tamaño.

Navisworks

En términos de interfaz, Navisworks resultó amigable y de fácil uso gracias a la familiaridad de sus iconos y menús, los cuales guardan similitudes con Revit y AutoCAD. Su enfoque especializado en 4D, 5D y detección de interferencias permitió una experiencia de trabajo eficiente al evitar una sobrecarga de opciones innecesarias. La vinculación de los rubros del cronograma con los objetos del modelo para la creación del proceso constructivo fue sencilla y clara.

No obstante, se presentaron dificultades en la creación y exportación de animaciones para la simulación. La herramienta de renderizado integrada de Autodesk, aunque potente, fue compleja de configurar debido a la gran cantidad de parámetros, como texturas, materiales e iluminación, lo que incrementó la curva de aprendizaje. Este enfoque resultó más adecuado para la renderización de escenas y no tanto para la simulación del TimeLiner, dado que requería altos recursos y a menudo generaba errores o videos de baja calidad.

Optar por la exportación en ventana predeterminada permitió solucionar problemas recurrentes, pero ajustar el tamaño de salida a resoluciones específicas, especialmente superiores a Full HD, generó archivos corruptos. Según foros de Autodesk, una solución eficiente es comprimir el archivo, lo que redujo la resolución, pero también los errores.

Bexel Manager 24

La interfaz inicial de Bexel Manager se presentó como menos intuitiva debido a la abundancia de iconos y ventanas en la pantalla principal. Esto obligó a recurrir frecuentemente a foros y guías para entender algunas funcionalidades que en Navisworks eran más directas. Además, una limitación importante fue que la licencia solo podía utilizarse en un dispositivo, dificultando la colaboración en equipo.

Al importar los modelos, Bexel Manager los agrupó automáticamente en categorías generales como estructuras, armaduras, columnas y accesorios, perdiendo la organización jerárquica del árbol de selección utilizado en Revit y Navisworks. Esto complicó la vinculación de los elementos con los rubros del cronograma debido a la reestructuración del modelo en el explorador de Bexel.

A pesar de estas limitaciones, la representación gráfica de los modelos en la ventana de visualización fue más prolija, y la exportación de las animaciones de programación fue notablemente eficiente. Aunque se careció de atajos y comandos, lo que implicó realizar tareas de forma manual, Bexel Manager ofreció opciones de simulación predeterminadas que facilitaron el proceso.

Si bien Bexel Manager está diseñado para trabajar con modelos preagrupados por etapas, niveles o tipos de elementos, en este caso, estas funciones no fueron aprovechadas debido al enfoque exclusivo en la gestión 4D. Aun así, las simulaciones fueron más fáciles de realizar en comparación con Navisworks y no presentaron errores al exportar, incluso al probar varias resoluciones. Esto permitió obtener resultados superiores en términos de calidad y estabilidad de las animaciones.

Más allá de la realización de estos dos programas Navisworks y Bexel Manager, se entrevista a profesionales del área para que dieran su opinión con la identificación de los 3 problemas evidenciados y la observación de los dos programas mediante la encuesta realizada que se ve en **anexo**.

El objetivo de esta fue evaluar el desempeño comparativo de las herramientas de modelado de información de construcción (BIM 4D) en la gestión de proyectos de construcción 4D, centrándose en su capacidad para optimizar el diseño, la comprensión

y la ejecución de elementos estructurales. Se dividió en tres formatos principales (2D, 3D y 4D) y tuvo 16 preguntas divididas en varias secciones, cada una de las cuales aborda un aspecto clave de estas tecnologías.

En la primera sección, presentamos figuras en formato 2D para evaluar la percepción y comprensión del problema de diseño. Los problemas se centraron principalmente en la identificación de inconsistencias, como errores en el diseño del refuerzo longitudinal, dificultades en la interpretación de las placas de conexión de las columnas y criterios de diseño para la conexión entre el hormigón y los refuerzos. Las opciones de respuesta permitieron a los participantes indicar si podían ver la pregunta, si no podían verla o si la imagen era clara.

La segunda sección consistió en figuras tridimensionales correspondientes a los mismos constructos evaluados en dos dimensiones, con el objetivo de comparar la claridad y facilidad de comprensión que proporciona el formato tridimensional. Estas preguntas fueron diseñadas para determinar si los participantes podían identificar problemas similares a los del formato 2D, pero con mayor detalle y claridad. También incluyó una evaluación de la rapidez con la que los participantes comprendieron los procedimientos mostrados en el diagrama, y el tiempo requerido se dividió en tres categorías: largo, dentro de un rango aceptable o corto.

La tercera sección fue la evaluación del formato 4D usando Navisworks describimos dibujos modelados con Navisworks, se tuvo como objetivo evaluar la comprensión de los procedimientos de instalación y montaje, el diseño del refuerzo longitudinal y la calidad de la conexión entre el encofrado y el soporte. Los participantes calificaron su comprensión del procedimiento en una escala porcentual que iba desde muy difícil (0–25%) hasta muy fácil (76–100%).

En cuanto la cuarta sección fue sobre la evaluación del formato 4D con Bixel Manager. Los participantes evaluaron las figuras proporcionadas y calificaron su claridad y facilidad de uso. Además, se les pidió que compararan la eficacia y las capacidades de aprendizaje de Bixel Manager con Navisworks y los métodos tradicionales 2D y 3D.

Por último, está la evaluación comparativa y la percepción general. Se pidió a los participantes que reflexionaran sobre el impacto general del uso de herramientas BIM 4D en comparación con los métodos tradicionales. Las preguntas exploraron aspectos como la reducción de errores y tiempos, la facilidad de aprendizaje y la mejora de la ejecución del proyecto. Estas respuestas ayudan a determinar qué herramientas 4D son más efectivas para optimizar el proceso de construcción.

3.3 Análisis de resultados

3.3.1 Características generales de la muestra.

EDAD

La tabla 1 muestra la distribución de edades del universo encuestado, 69 personas en cinco rangos etarios. La mayoría (47) tiene entre 18 y 30 años, seguido de 15 personas entre 31 y 40 años. Los grupos de 41-50, 51-60 y 61 o más años tienen 4, 1 y 2 personas, respectivamente.

Tabla 2. Edad del universo de la investigación

Etiquetas de fila	Cuenta de Edad:
18-30 años	47
31-40 años	15
41-50 años	4
51-60 años	1
61 años o más	2

GENERO

La tabla 2 muestra la distribución de género de 69 personas. Hay 48 hombres, 20 mujeres y 1 persona que prefirió no responder

Tabla 3. Genero del universo de la investigación

Etiquetas de fila	Cuenta de Género:
Femenino	20
Masculino	48
Prefiero no responder	1

Tabla 4. Región donde provienen los encuestados

Etiquetas de fila	Cuenta de Región donde ejerce o estudia la profesión:
Azuay	2
Bolívar	2
Chimborazo	1
El Oro	2
Guayas	37
Loja	1
Manabí	18
Morona Santiago	1
Orellana	1
Pichincha	3
Zamora Chinchipe	1

Tabla 5. Nivel de formación profesional

Etiquetas de fila	Cuenta de Área de especialización principal:
Arquitectura	23
Auxiliar de enfermería	3
Consultor	1
Diseño y construcción hidráulica	1
Gerencia de construcción	2
Gerencia de proyectos	1
Ingeniería Civil	37
Medicina	1

En la tabla 6 se observa que el grupo más numeroso corresponde a los estudiantes en formación, con un total de 29 personas que actualmente cursan estudios relacionados con la construcción. Esto indica una alta presencia de futuros profesionales en el sector.

Por otro lado, 17 personas cuentan con una licenciatura en una carrera afín a la construcción, lo que representa un número significativo de profesionales con formación de grado. Además, 12 personas han alcanzado el nivel de maestría en construcción o áreas relacionadas, lo que sugiere un interés en la especialización y en la gestión avanzada de proyectos.

Llama la atención que 6 personas no tienen una formación específica en construcción, pero muestran interés en el sector, lo que podría indicar una tendencia hacia la incorporación de perfiles diversos en la industria. En contraste, solo 1 persona posee estudios avanzados a nivel de doctorado en construcción, evidenciando que el sector cuenta con pocos especialistas en investigación o desarrollo académico.

Tabla 6. Nivel de formación académica

Nivel de formación	Cantidad
Doctorado (PhD o estudios avanzados en construcción)	1
Estudiante (actualmente cursando estudios relacionados)	33
Interesado sin formación específica en construcción	4
Licenciatura (título de grado en una carrera relacionada)	12
Maestría (título de posgrado en construcción u áreas afines)	19

Tabla 7. Distribución De Años De Experiencia En Construcción

Años de experiencia	Cantidad
Sin experiencia	26

6 – 10 años	13
11 – 20 años	10
1 – 5 años	10
Menores de 1 año	10

EXPERIENCIA EN HERRAMIENTAS BIM 4D

Tabla 8. Familiaridad con el nivel de las herramientas BIM 4D

	Respondió "Sí", indique el nivel de familiaridad con las herramientas BIM 4D:
No	40
Sí	29

Tabla 9. Herramientas BIM 4D utilizadas previamente.

	Herramientas BIM 4D utilizadas previamente:
Bexel Manager, Revit	1
Navisworks	1
Navisworks, Bexel Manager	2
Navisworks, Bexel Manager, Revit	2
Navisworks, Revit	9
Navisworks, Revit, Robot, Cype	1
Ninguno	43
Revit	9
Vectorworks	1

La información en las tablas refleja la experiencia y familiaridad de los encuestados con herramientas BIM 4D. En cuanto al nivel de conocimiento sobre estas herramientas, 29 personas indicaron que tienen algún grado de experiencia, mientras que 40 personas señalaron que no están familiarizadas con BIM 4D. Esto sugiere que una parte significativa de la muestra aún no ha integrado el uso de estas herramientas en su formación o práctica profesional.

Respecto a las herramientas BIM 4D utilizadas previamente, se observa que 43 personas no han usado ninguna herramienta BIM 4D, lo que confirma la falta de experiencia en una gran parte del grupo. Sin embargo, 26 personas han trabajado con al menos una herramienta BIM 4D. Entre estas, 9 personas han utilizado Navisworks y Revit, mientras que otras 9 han empleado únicamente Revit, lo que indica que estas dos

plataformas son las más populares. Además, 2 personas han manejado Navisworks, Bexel Manager y Revit, mientras que otras 2 han trabajado con Navisworks y Bexel Manager. Un pequeño grupo de 1 persona ha utilizado Navisworks, Revit, Robot y Cype, otra persona ha empleado Bexel Manager y Revit, otra ha trabajado solo con Navisworks, y una más ha usado Vectorworks

En general, la mayoría de los encuestados no tiene experiencia en herramientas BIM 4D. Sin embargo, el uso de plataformas más avanzadas como Bexel Manager, Robot y Cype es muy reducido. Esto indica que, aunque hay interés y cierta adopción de BIM 4D, su uso aún no está generalizado entre los encuestados.

Tabla 10. Tamaño promedio de los proyectos que ha trabajado

	Tamaño promedio de los proyectos en los que ha trabajado:
Grandes (más de 10 millones de USD)	4
Medianos (1-10 millones de USD)	15
Ninguna	10
Pequeños (menos de 1 millón de USD)	40

3.3.2 Resultados de encuestas.

A partir de los resultados obtenidos en las encuestas que realizó nuestro universo, se puede identificar una serie de patrones y puntos importantes que permiten hacer una evaluación crítica y reflexiva sobre el proceso constructivo en proyectos de base de subestaciones eléctricas.

Uno de los objetivos clave en las primeras preguntas está relacionado con el incremento de la capacidad de entender eficientemente detalles constructivos, lo cual se logró en base a contrastar el armado de las zapatas y las riostras en base a documentos 2D y 4D.

En el análisis de las respuestas obtenidas en las dos primeras preguntas, se observa que la opción correcta, "Las riostras no presentan continuidad adecuada, lo que compromete la correcta transferencia de cargas", fue seleccionada por 34 personas en la pregunta 1, gráfico 1, y por 30 personas en la pregunta 2, gráfico 2. En contraste, las respuestas incorrectas sumaron 35 en la pregunta 1 y 39 en la pregunta 2.

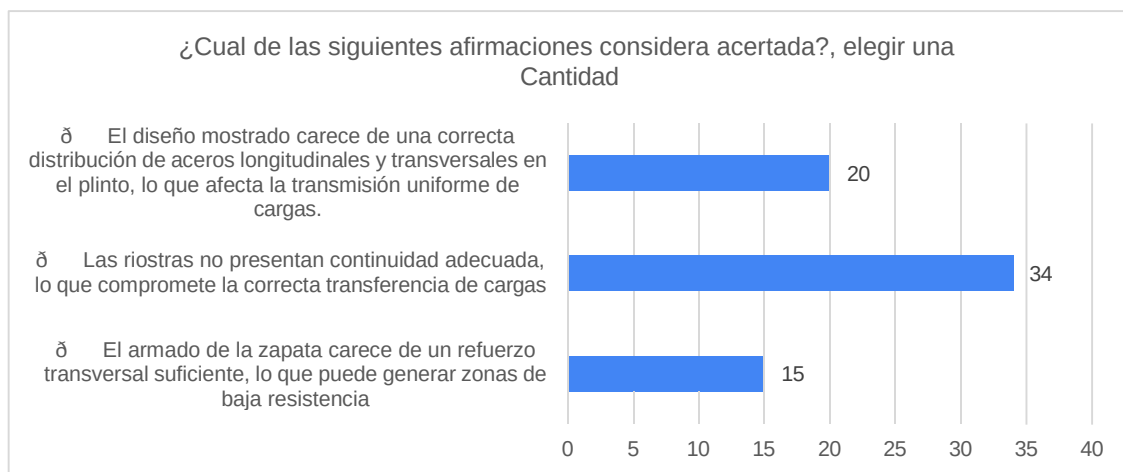


Gráfico 1. Pregunta 1 de encuesta.

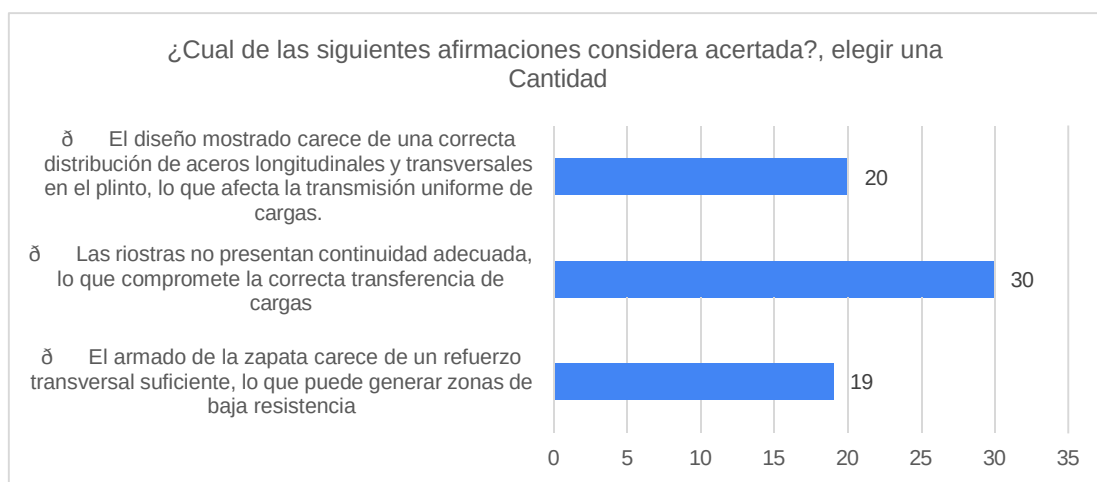


Gráfico 2. Pregunta 2 de encuesta.

En cuanto el tiempo que demoraron en contestar, como se demuestra en la tabla 11. Se ha realizado la prueba t de Student para muestras entre los tiempos de respuesta de la Pregunta 1 y Pregunta 2. Valor t negativo indica que los tiempos de la Pregunta 1 fueron, en promedio, menores que los de la Pregunta 2, pero la diferencia no es grande.

- **Valor p** = 0.5227

Como el valor p es mayor que 0.05 (umbral de significancia del 5%), no hay suficiente evidencia para decir que la diferencia entre los tiempos de respuesta de la Pregunta 1 y la Pregunta 2 es estadísticamente significativa.

Tabla 11. Análisis estadístico de preguntas 1 y 2

Métrica	Pregunta 1	Pregunta 2
Promedio	85.44	96.59

Mediana	44.00	51.00
Desviación Estándar	148.68	179.44

A través de las preguntas relacionadas con las simulaciones, se observa un interés en la calidad visual y el nivel de detalle en los modelos. En la tercera pregunta, gráfico 3, aunque la mayoría (26 respuestas) considera que la simulación del video 2 tiene mejor resolución de imagen y resolución, también hay una cantidad considerable de respuestas (25) que opinan que ambas simulaciones tienen un nivel similar de resolución. Esto sugiere que el impacto de la calidad de imagen podría no ser tan significativo para todos los participantes, al momento de interpretar un detalle constructivo como el evaluado y que otros factores, como el nivel de detalle del modelo, podrían tener una mayor influencia en la comprensión del proceso constructivo.

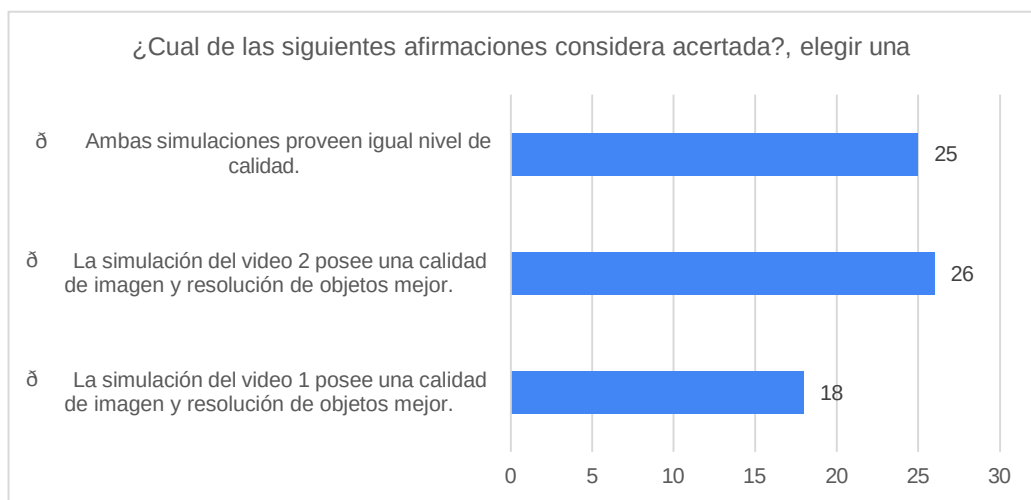


Gráfico 3. Pregunta 3 de encuesta

En el Gráfico 4 (Método Tradicional), se observa que la respuesta correcta de 3 días fue seleccionada por 11 personas, lo que representa una cantidad moderada en comparación con otras opciones. Sin embargo, un grupo considerable de 17 personas respondió que no era factible determinar el tiempo, lo que sugiere una falta de claridad en el método tradicional para estimar la duración del proceso constructivo. Además, la opción 4 días tuvo 9 respuestas y 2 días obtuvo 7, lo que indica una dispersión en la percepción del tiempo requerido para esta tarea. La mayor cantidad de respuestas se encuentra en la categoría Otros con 24 personas, lo que refuerza la idea de que la variabilidad en la estimación es alta con este método.

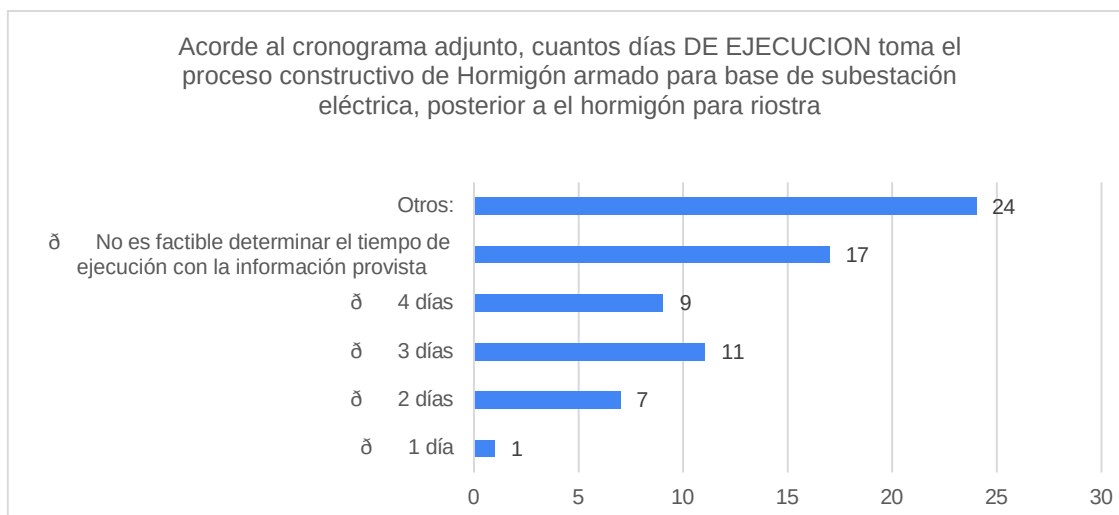


Gráfico 4. Pregunta 4 de encuesta.

En el Gráfico 5 (Método Navisworks), la respuesta correcta de 3 días fue seleccionada por 9 personas, una cantidad ligeramente menor que en el método tradicional. Sin embargo, en este caso, ninguna persona seleccionó la opción "No es factible determinar el tiempo", lo que indica que el método Navisworks proporciona mayor claridad para definir la duración del proceso constructivo. Además, las respuestas estuvieron más concentradas en 2, 3 y 4 días, con 12 personas seleccionando 2 días y otras 12 seleccionando 4 días, lo que demuestra una menor dispersión en comparación con el método tradicional. La opción "Otros" sigue siendo la más alta, con 33 respuestas, lo que puede sugerir que aún existe un nivel de incertidumbre o interpretaciones diversas en la estimación del tiempo de ejecución, aunque en menor grado que en el método tradicional.

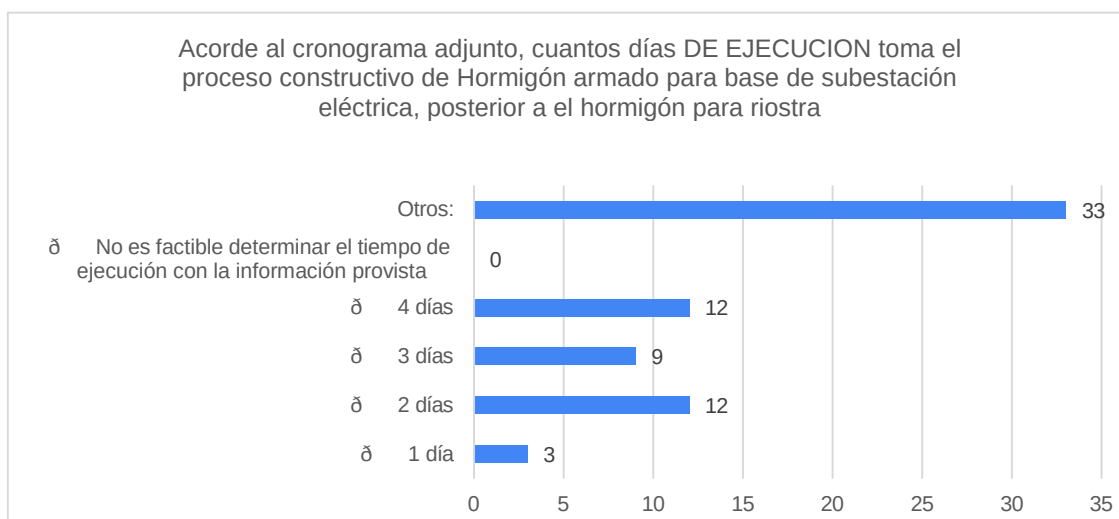


Gráfico 5. Pregunta 5 de encuesta.

El análisis de los tiempos de respuesta muestra que en la Pregunta 4 (Método Tradicional) los participantes tardaron en promedio 2.47 minutos con una desviación

estándar de 3.80 minutos, mientras que en la Pregunta 5 (Método Navisworks) el tiempo promedio fue de 1.42 minutos con una desviación estándar de 2.48 minutos, lo que indica que el método tradicional tomó 1.05 minutos más en responder correctamente en promedio. La mayor desviación estándar en la Pregunta 4 sugiere una mayor variabilidad en los tiempos de respuesta. La prueba t de Student arrojó un valor t de 1.93 y un p-valor de 0.055, lo que significa que la diferencia en los tiempos de respuesta no es estadísticamente significativa al 95% de confianza, aunque está muy cerca del umbral, lo que sugiere que el método Navisworks podría facilitar respuestas más rápidas, pero no con certeza estadística.

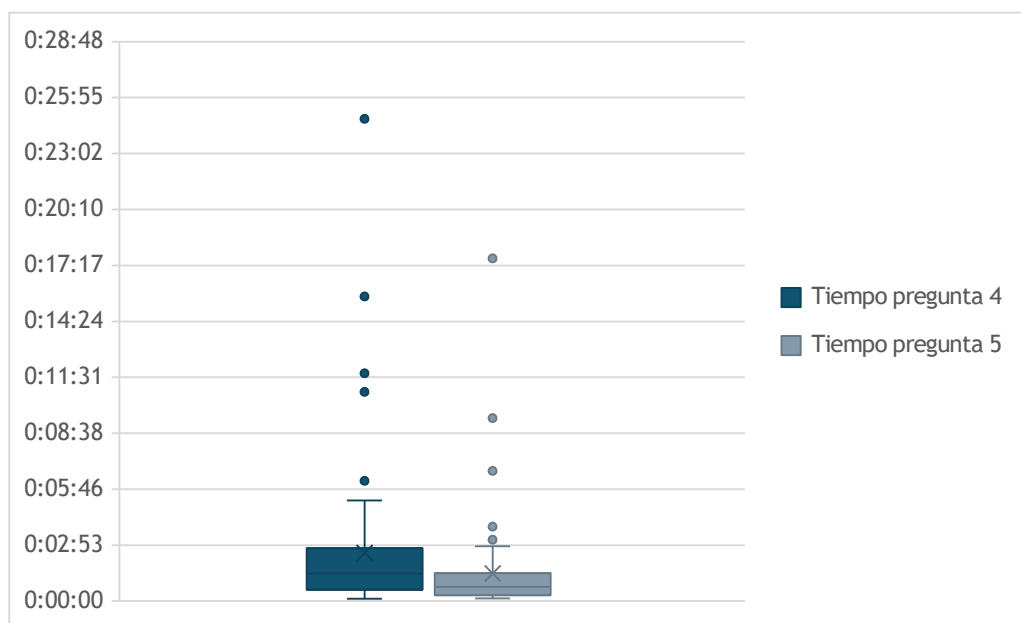


Gráfico 6. Análisis del tiempo entre pregunta 4 y pregunta 5.

La gráfica 7 muestra una tendencia más clara: 47 participantes identifican que la información proporcionada en la imagen se refiere a refuerzos estructurales en nudos, lo que indica que este tipo de detalle es el más evidente o relevante para los observadores. Otras categorías, como soportes para tuberías (7 respuestas), tapas de perfiles (6 respuestas), y decoraciones arquitectónicas (2 respuestas), tienen una representación significativamente menor. Además, 6 personas consideran que la información no permite interpretar a qué proceso o elemento se refiere, lo que sugiere posibles áreas de mejora en la claridad de la información visual.

En conjunto, estos resultados indican que, aunque la percepción sobre el nivel de detalle de la simulación en Bexel Manager varía entre los encuestados, la información visual en las imágenes es mayormente reconocida por su aporte a los refuerzos estructurales. Esto sugiere que la representación gráfica es efectiva en transmitir

aspectos estructurales, pero podría ser mejorada en la comunicación de otros elementos constructivos.

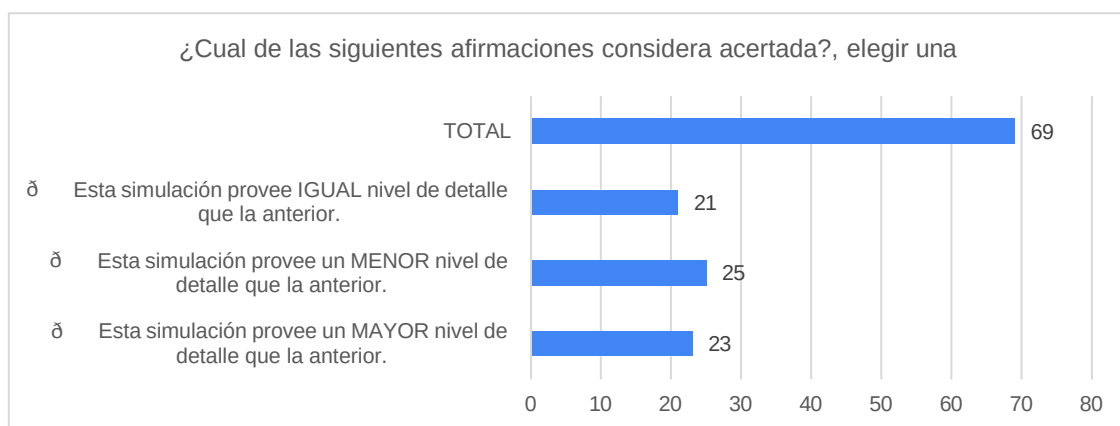


Gráfico 7. Pregunta 6 de encuesta

El análisis del gráfico 8 muestra que la gran mayoría de los participantes identificaron correctamente la información constructiva provista en la imagen, con 47 respuestas indicando "Refuerzos estructurales en nudos", lo que representa un alto nivel de precisión en la interpretación de la imagen bajo el método tradicional.

Sin embargo, aún existe una dispersión de respuestas incorrectas, donde 7 personas indicaron que la información se refería a soportes para tuberías, mientras que 6 participantes mencionaron que la información correspondía a tapas de perfiles y otros 6 consideraron que no era posible interpretar el proceso o elemento constructivo.

Además, un pequeño grupo seleccionó opciones relacionadas con decoraciones arquitectónicas (2 respuestas) u "Otros" (1 respuesta), lo que sugiere que, si bien el método tradicional permite identificar adecuadamente el propósito constructivo de la imagen en la mayoría de los casos, aún hay un porcentaje de respuestas incorrectas que podrían deberse a dificultades en la interpretación visual o falta de claridad en la información presentada.

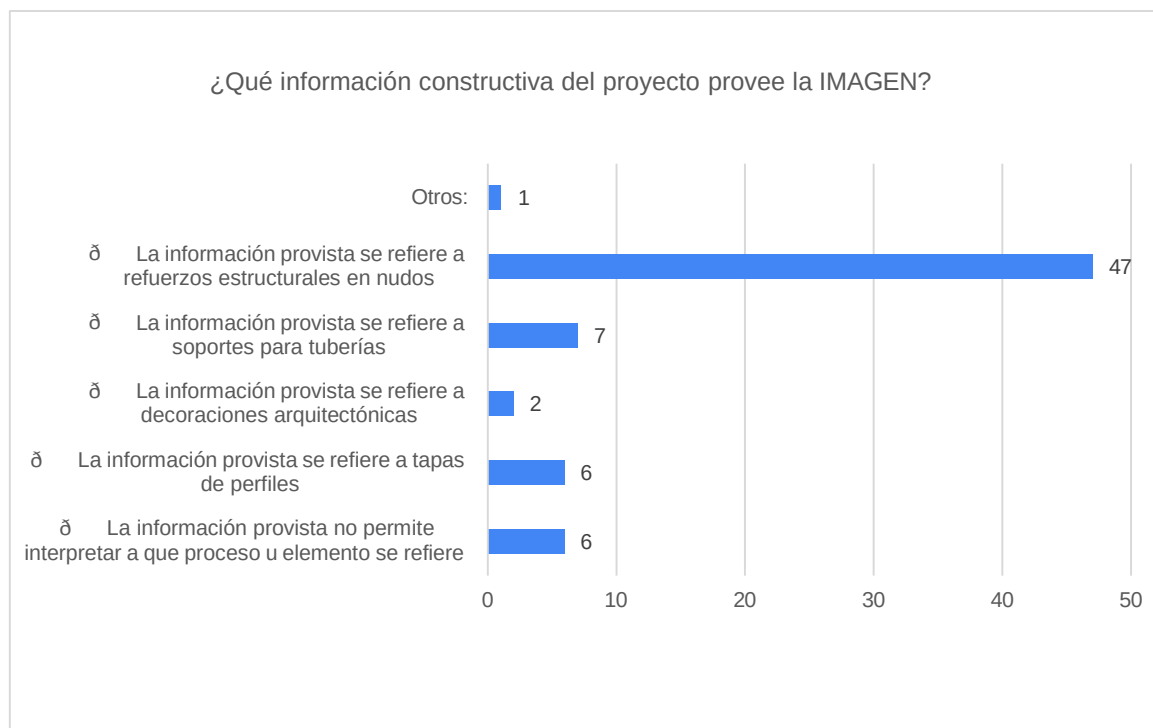


Gráfico 8. Pregunta 7 de encuesta

El análisis del gráfico 9 correspondiente a la Pregunta 8 muestra que la gran mayoría de los participantes identificaron correctamente la información constructiva proporcionada en la imagen, con 47 respuestas que seleccionaron la opción "La información provista se refiere a refuerzos estructurales en nudos", lo que indica un alto nivel de precisión en la interpretación de la imagen con el método Navisworks. Sin embargo, todavía hubo cierta dispersión en las respuestas incorrectas, con 7 personas indicando que la información estaba relacionada con soportes para tuberías, mientras que 6 participantes mencionaron tapas de perfiles y otros 6 afirmaron que la información no permitía interpretar a qué proceso o elemento se refería. Un número menor de respuestas (2 personas) seleccionó la opción relacionada con decoraciones arquitectónicas, y 1 persona eligió "Otros".

Esto sugiere que, aunque la mayoría identificó correctamente el propósito de la imagen utilizando Navisworks, aún existe un porcentaje de respuestas incorrectas que podrían estar relacionadas con dificultades en la interpretación visual o falta de conocimiento específico en el tema.

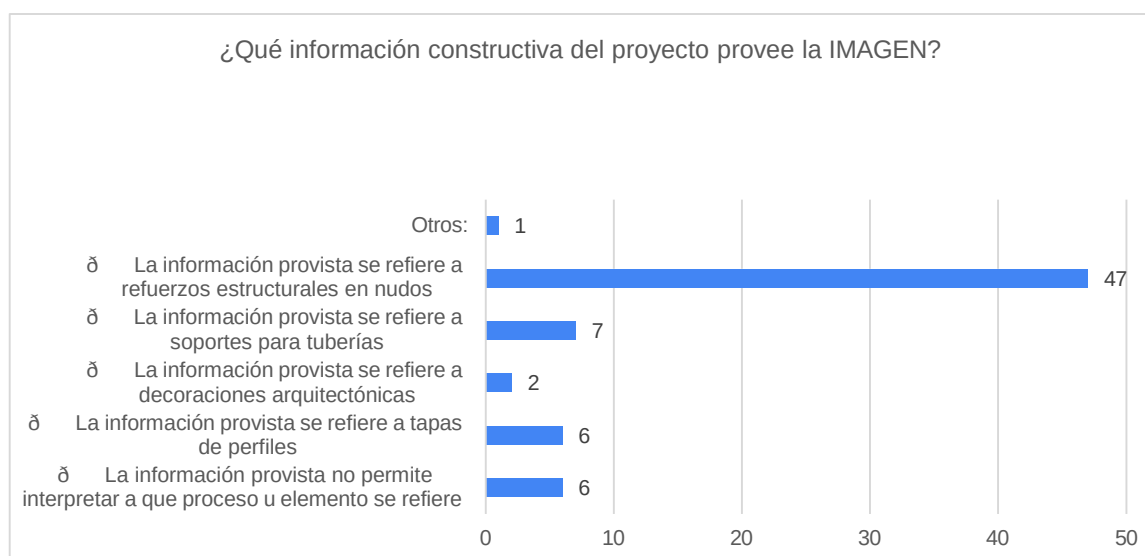


Gráfico 9. Pregunta 8 de la encuesta

El análisis de los tiempos de respuesta muestra que en la Pregunta 7 (Método Tradicional) los participantes tardaron en promedio 1.51 minutos, con una desviación estándar de 4.04 minutos, mientras que en la Pregunta 8 (Método Navisworks) el tiempo promedio fue de 1.11 minutos, con una desviación estándar de 2.70 minutos, lo que indica que el método Navisworks permitió responder 0.40 minutos más rápido en promedio. Sin embargo, la prueba t de Student arrojó un valor t de 0.675 y un p-valor de 0.500, lo que indica que la diferencia entre los tiempos de respuesta no es estadísticamente significativa al 95% de confianza. Esto sugiere que, aunque el método Navisworks parece haber facilitado respuestas más rápidas en promedio, la variabilidad en los tiempos de respuesta hace que esta diferencia no sea concluyente desde un punto de vista estadístico.

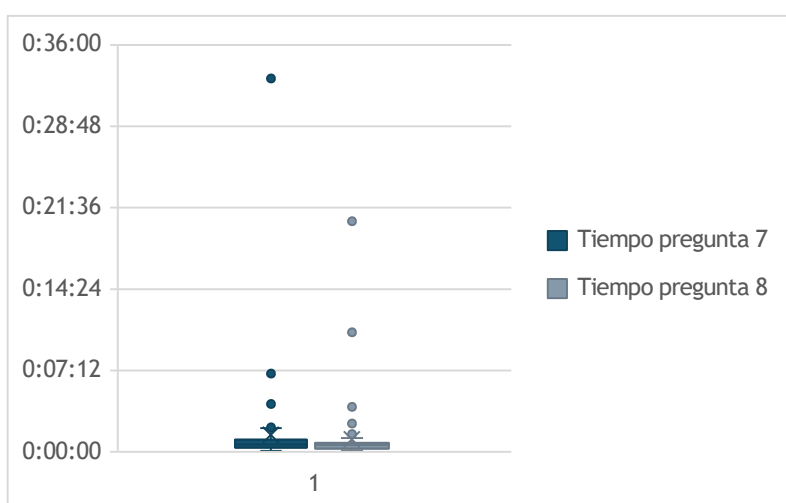


Gráfico 10. Análisis del tiempo entre pregunta 7 y pregunta 8.

El análisis del Gráfico 11, pregunta 9 muestra que la opción mayoritariamente seleccionada por los participantes fue "Esta simulación provee un MAYOR nivel de detalle que la anterior" con 30 respuestas, lo que sugiere que la mayoría percibió una mejora en el nivel de detalle del modelo al utilizar Bixel Manager. Sin embargo, 22 personas consideraron que el nivel de detalle era igual al anterior, lo que podría indicar que algunos participantes no notaron una diferencia significativa o que la mejora en la calidad del detalle no fue lo suficientemente evidente. Además, 17 respuestas indicaron que el nivel de detalle era menor, lo que puede estar relacionado con la interpretación de la visualización o la percepción individual de los elementos mostrados en la simulación.

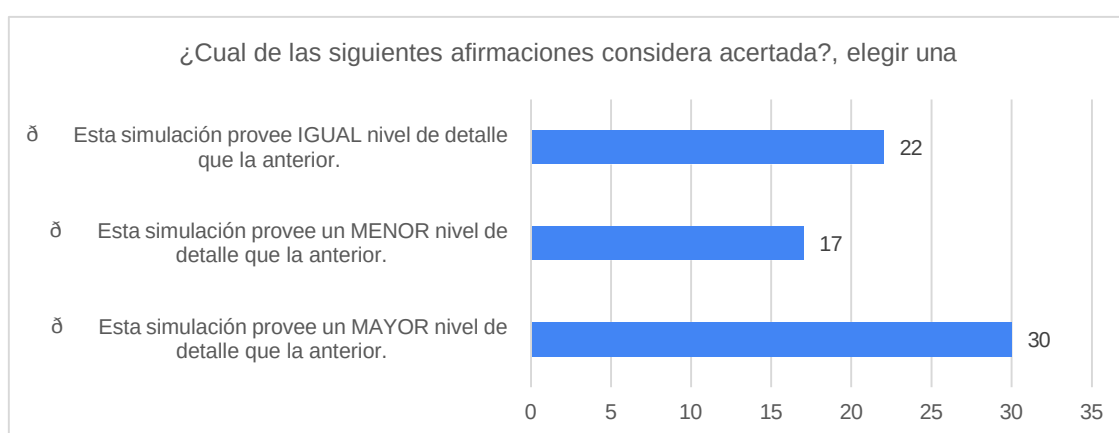


Gráfico 11. Pregunta 9 de la encuesta

El Gráfico 12, pregunta 10, indica que la información constructiva proporcionada por la imagen fue percibida en su mayoría como "Claridad de pasos del proceso", con 27 respuestas, lo que sugiere que Navisworks permite visualizar de manera clara y ordenada la secuencia constructiva del proyecto.

En segundo lugar, 16 personas seleccionaron la opción "Granularidad (nivel de detalle del modelo)", lo que implica que una parte de los encuestados también identificó un buen nivel de detalle en la información presentada. Otras respuestas incluyen "Calidad de resolución de imagen" (14 respuestas) y "Menor tiempo de interpretación" (12 respuestas), lo que refleja que, aunque la mayoría consideró que la claridad del proceso fue el principal beneficio, otros también valoraron aspectos técnicos como la resolución y la facilidad de interpretación.

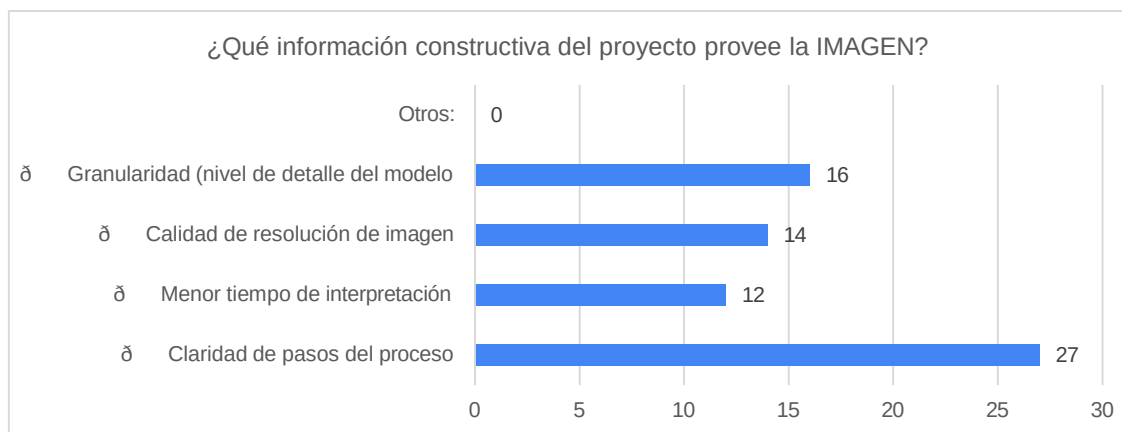


Gráfico 12. Pregunta 10 de la encuesta

El Gráfico 13, Pregunta 11, mantiene una tendencia similar al análisis de Navisworks, ya que nuevamente la opción más seleccionada fue "Claridad de pasos del proceso" con 28 respuestas, lo que indica que Bexel Manager también facilita la comprensión secuencial de la construcción.

Sin embargo, a diferencia del gráfico anterior, las respuestas sobre "Granularidad (nivel de detalle del modelo)" y "Calidad de resolución de imagen" fueron exactamente iguales, con 15 respuestas cada una, lo que indica que los participantes también percibieron un buen nivel de detalle y resolución en la información brindada. La opción "Menor tiempo de interpretación" fue seleccionada por 11 personas, lo que sugiere que, aunque la mayoría valoró la claridad del proceso, hay una menor percepción de que este software facilite significativamente la reducción del tiempo de análisis.

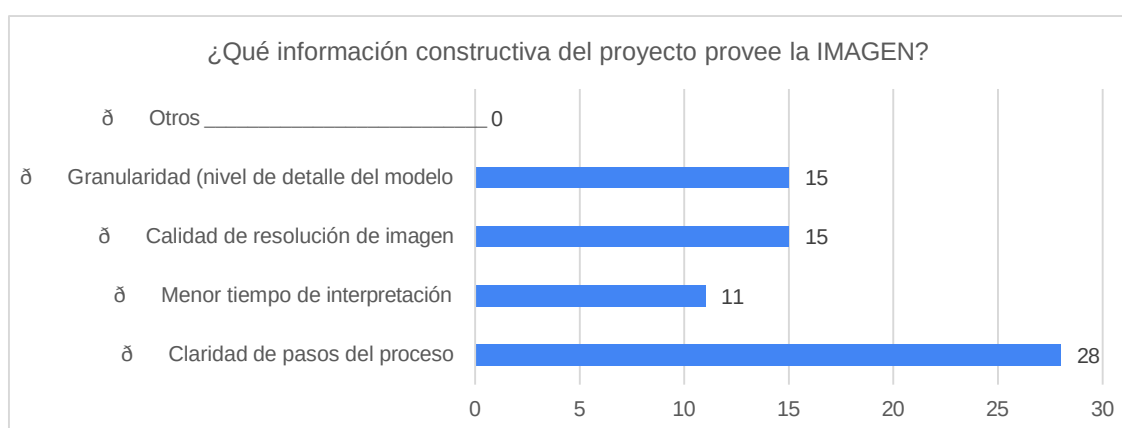


Gráfico 13. Pregunta 11 de la encuesta

El análisis del gráfico 14 que muestra la pregunta 12, evidencias que la mayoría de los participantes identificaron correctamente la duración total del proyecto como 100

días, con 48 respuestas, lo que indica un alto nivel de precisión en la interpretación de la información del proyecto. Sin embargo, aún se observa una dispersión en las respuestas incorrectas, con 9 personas seleccionando 80 días, 5 personas eligiendo 115 días, y 4 personas marcando 90 días, lo que sugiere que una minoría pudo haber tenido dificultades en la interpretación del cronograma o en la extracción de la información relevante. Además, 3 respuestas fueron clasificadas en la categoría "Otros", lo que puede indicar valores fuera de los rangos establecidos en la encuesta. En general, el alto porcentaje de respuestas correctas sugiere que la información sobre la duración del proyecto fue clara y comprensible para la mayoría de los encuestados.

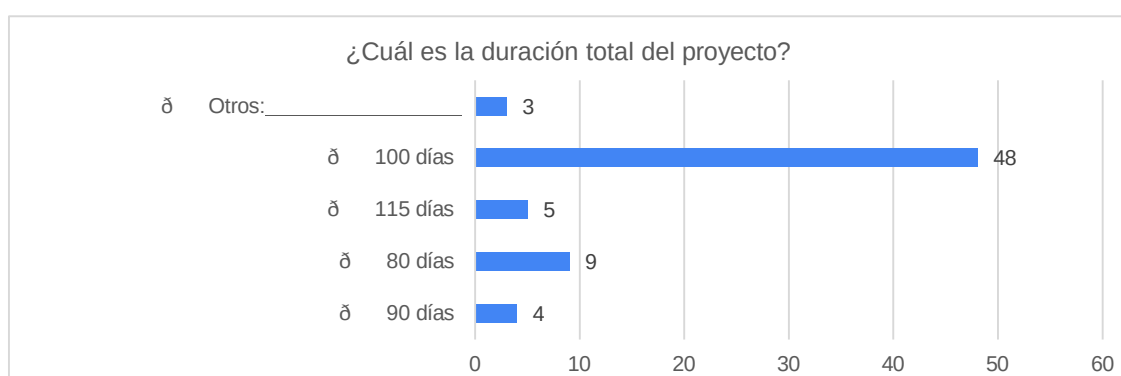


Gráfico 14. Pregunta 12 de la encuesta

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El estudio permitió analizar la percepción y el nivel de conocimiento de los participantes en relación con la aplicación de herramientas BIM 4D en el proceso constructivo de subestaciones eléctricas. Los resultados reflejaron tendencias clave en la familiaridad con las herramientas digitales, la comprensión de los detalles constructivos y la eficiencia en la interpretación de modelos tridimensionales.

En primer lugar, la distribución demográfica de los especialistas encuestados mostró que la mayoría de los participantes fueron jóvenes entre 18 y 30 años y pertenecen principalmente a las provincias de Guayas y Manabí. La formación académica predominante fue Ingeniería Civil y Arquitectura, con un número significativo de estudiantes en formación. Sin embargo, se evidencia que una parte importante de la muestra aún no ha integrado el uso de herramientas BIM 4D en su práctica profesional.

Respecto a la familiaridad con BIM 4D, fueron 40 personas quienes manifestaron no tener experiencia previa, lo que indico una brecha en la adopción de estas herramientas en el sector. No obstante, 29 participantes reportaron algún grado de conocimiento, siendo Revit y Navisworks las plataformas más utilizadas. Sin embargo, herramientas más avanzadas como Bexel Manager aún tienen una adopción limitada.

Los resultados de estas reflejaron que el uso de herramientas BIM 4D mejoró la interpretación de detalles constructivos en comparación con los métodos tradicionales. La opción correcta sobre la transferencia de cargas en riostras fue seleccionada en la mayoría de los casos, lo que sugiere que los modelos 3D y 4D contribuyeron a una mejor comprensión estructural. Asimismo, la simulación en video y el cronograma de construcción en Navisworks facilitaron la identificación de la duración del proceso constructivo, reduciendo la dispersión en las respuestas.

En cuanto al análisis estadístico de tiempos de respuesta mostró que la interpretación con herramientas BIM 4D fue generalmente más rápida que con métodos tradicionales. Aunque algunas diferencias no fueron estadísticamente significativas, la tendencia sugiere que Navisworks y Bexel Manager proporcionan mayor claridad y menor variabilidad en la interpretación de la información visual.

En términos de percepción de calidad, la mayoría de los encuestados consideraron que las simulaciones en BIM 4D ofrecían un mayor nivel de detalle y mejor claridad en los pasos del proceso constructivo. Sin embargo, un número considerable de participantes indicó que no percibía diferencias significativas entre distintas herramientas, lo que sugiere que la adopción de BIM 4D aún requiere mayor capacitación y familiarización.

Finalmente, en la estimación del tiempo total del proyecto, la herramienta Navisworks permitió una mejor precisión en las respuestas, con un alto porcentaje de participantes identificando correctamente la duración de 100 días. Esto indica que los modelos BIM 4D pueden mejorar la planificación y gestión de cronogramas en proyectos de construcción.

4.2. Recomendaciones

Promover la capacitación en herramientas BIM 4D debido a la baja adopción de estas tecnologías sugiere la necesidad de programas de formación y certificaciones en software como Revit, Navisworks y Bexel Manager. Instituciones educativas y empresas del sector deberían impulsar cursos especializados para fortalecer la competencia digital en el ámbito de la construcción.

Dado que la mayoría de los encuestados son estudiantes, se recomienda incluir el uso de BIM 4D en los planes de estudio de Ingeniería Civil y Arquitectura. La enseñanza de modelado 3D y simulaciones 4D contribuirá a una mejor preparación de los futuros profesionales.

Aunque las simulaciones demostraron ser efectivas para la interpretación constructiva, su uso en el campo aún es limitado. Empresas constructoras deberían adoptar BIM 4D en sus proyectos para optimizar la planificación y reducir errores en obra.

La reducción en los tiempos de respuesta sugiere que BIM 4D puede mejorar la eficiencia en la toma de decisiones. Sin embargo, sería útil realizar estudios adicionales para evaluar su impacto en productividad y costos dentro de proyectos reales.

La precisión en la identificación de la duración del proyecto con Navisworks indica que esta herramienta puede optimizar la programación de actividades. Se recomienda su implementación en la gestión de cronogramas para reducir incertidumbres y mejorar la ejecución de obras.

BIBLIOGRAFÍA

- Alianzabim. (23 de 06 de 2022). BIM en Ecuador: ¿Para cuándo un estándar nacional?
https://alianzabim.com/blog/bim-en-ecuador-para-cuando-un-estandar-nacional/?utm_source=chatgpt.com
- Azhar. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership & Management in Engineering. Journal of Service Science and Management*, 14(2), 241-252.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Diaz-Canel Bermudez, M., & Fernandez Gonzalez, A. (2020). Gestión de gobierno, educación superior, ciencia, innovación y desarrollo local. *Rev retos [online]*., 14(2), 5-3. <https://doi.org/2306-9155>.
- Doukari, O., Seck, B., & Greenwood, D. (2022). The Creation of Construction Schedules in 4D BIM: A Comparison of Conventional and Automated Approaches. 11- 45.
<https://doi.org/10.3390/buildings12081145>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks , R., & Liston , K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons. <https://doi.org/978-0-470-18528-5>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2017). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. *Journal of Software Engineering and Applications*.
- Eastman, Teicholz, Sacks, Liston, & Zita Sampa. (2017). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. *Journal of Software Engineering and Applications*, 10(2), 23-33.
<https://doi.org/10.4236/ojee.2016.53009>
- Galvis Lizarazo , E. (2022). IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN COLOMBIA. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de: Ingeniero Civil. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada Programa de Ingeniería Civil - FAEDIS .
- Greenwood, D., Seck, B., & Doukari, O. (2022). The efficient generation of 4D BIM construction schedules: A case study of the Nanterre 2 CESI project in France.

- Front. Built Environ Sec. Building Information Modelling (BIM), 8(1), 200 - 301.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.998309>
- Hetherington, R. (03 de 2013). The Integration of Architectural Design and Energy Modelling Software. 40 -42. Liverpool, England: Department of Design, Development, Environment and Materials .
- McGraw Hill Construction. (1 de 2020). The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling. 50-64.
- Medina Camacho , M. (2023). CASO DE ESTUDIO: APLICACIÓN DE BIM 4D CON AUTODESK NAVISWORKS MANAGE+ MICROSOFT EXCEL EN UNA PLANIFICACIÓN DE OBRA. Journal of BIM and Construction Management, 2(11), 10-33.
- Mori Infanzon , G., & Zamora Geronimo , K. (11 de 08 de 2023). IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS VIRTUALES BIM 4D PARA MEJORAR LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO EL PARQUE, DISTRITO DE SURCO, LIMA, 2023. Tesis para optar al título profesional de: Ingeniero Civil. Lima, Perú: Universidad Privada del Norte. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0003-1609-1704>
- Pérez Suárez, P., Solano Zambrano, D., Sornoza Alarcón, S., & Chérrez Córdova, E. (2024). Impacto de la tecnología BIM en la eficiencia y sostenibilidad de proyectos arquitectónicos. Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo, 1(11). <https://doi.org/10.29019/eidos.v17i24.1388>
- Porras-Díaz, H., Sánchez-Rivera, O., Galvis-Guerra, J., Jaimez-Plata, N., & Castañeda-Parra, K. (2015). Tecnologías “Building Information Modeling” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. Entramado, 11(1), 230-249.
- Prabhakar Deore, S., & Deepa A. , J. (2024). Comparative Analysis of Traditional Methods and Building Information Modeling (BIM) in Construction Project Cost Estimation. Ijraset Journal For Research in Applied Science and Engineering Technology, 21(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.61705>
- Secretaria Nacional de Planificación Ministerio de Ecuador. (2020). Informe de avance del cumplimiento de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Quito.
- Soto, C., & Manríquez, S. (s.f.). Panorama general del avance de BIM en América Latina y el Caribe. [https://doi.org/ https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2022](https://doi.org/https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2022)

- Tamer Elgohari. (11 de 2024). 4D Scheduling vs. Traditional Scheduling (Which one do you prefer?). project control academy:
<https://www.projectcontrolacademy.com/4d-scheduling-vs-traditional-scheduling/>
- Terrazas Pastor, R. (2011). Planificación y programación de operaciones. Perspectivas, 22(1), 7-32.
- Tito, V., & Ximena, Y. (2022). Modelo 4d - Planificación y Gestión de Proyecto. 1(2).
- Trejo Carvajal, N. (2022). Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción. Santiago, Chile.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168599>

ANEXOS.

ANEXO 1. Cuadro de variables para conocimientos de los encuestados.

Variable	Tipo de Variable	Tipo de Medición	Características	Definición
Desempeño de herramientas BIM 4D	Dependiente	Ordinal	Indicadores de desempeño medidos en precisión, eficiencia y usabilidad	Evaluación por medio de encuestas del desempeño de las herramientas BIM 4D en términos de sus objetivos
Funcionalidades específicas de Navisworks y Bexel Manager 24	Independiente	Nominal	Propiedades técnicas y operativas específicas de las herramientas	Análisis de las características específicas que ofrece cada herramienta para la gestión 4D durante la encuesta.
Precisión en la vinculación de modelos 3D con cronogramas	Dependiente	Intervalo	Exactitud en la integración del modelo 3D con cronogramas temporales	Medida de precisión en la vinculación entre modelos y cronogramas evaluados en la encuesta
Detección de conflictos	Dependiente	Intervalo	Capacidad de identificar y resolver conflictos en el modelo	Evaluación de la capacidad de los encuestados para prever problemas de diseño
Usabilidad y curva de aprendizaje	Dependiente	Ordinal	Facilidad de uso y curva de aprendizaje según la experiencia de usuarios	Facilidad con la que un usuario puede aprender y usar las herramientas
Interoperabilidad con métodos tradicionales	Independiente	Nominal	Compatibilidad con procesos constructivos tradicionales	Capacidad de las herramientas para integrarse con procesos ya establecidos
Eficiencia en la gestión de proyectos	Dependiente	Intervalo	Capacidad de cumplir objetivos con recursos óptimos	Medida del rendimiento operativo en la ejecución del proyecto en los encuestados
Reducción de riesgos en proyectos de construcción	Dependiente	Ordinal	Identificación y mitigación de riesgos en fases del proyecto	Identificación de riesgos potenciales y su minimización por parte del universo encuestado.

Anexo 2. Cronograma

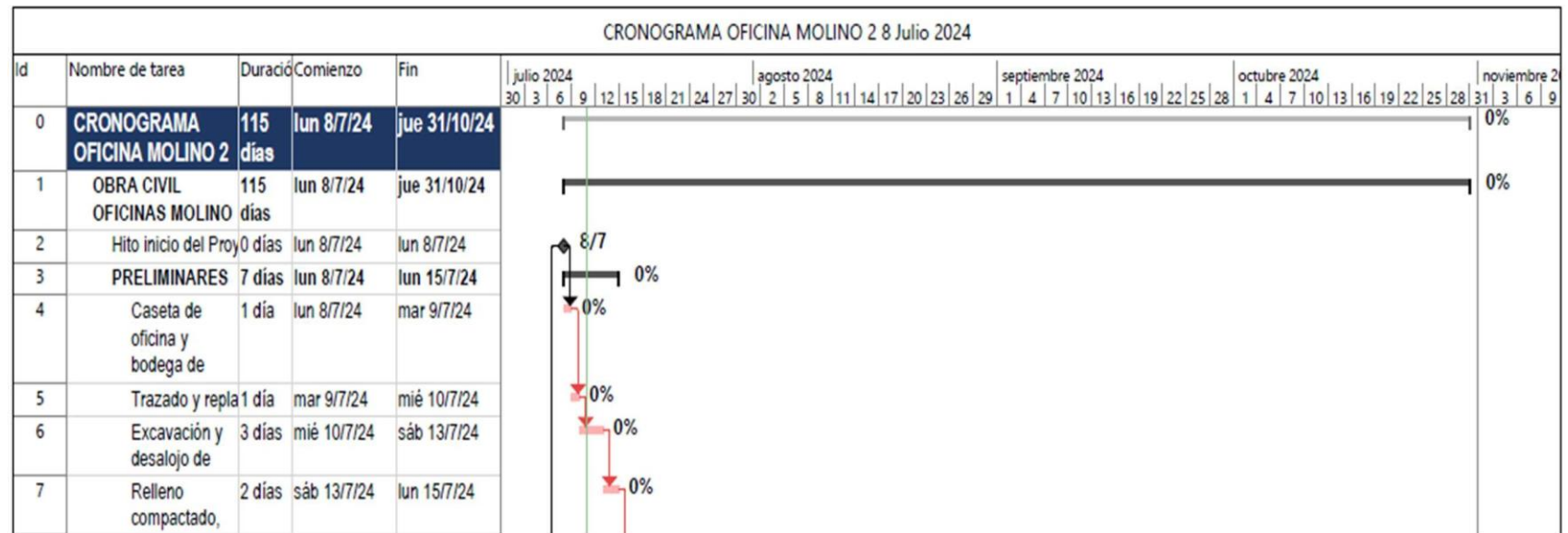


Figura 11 Cronograma de la primera fase del proyecto de obra

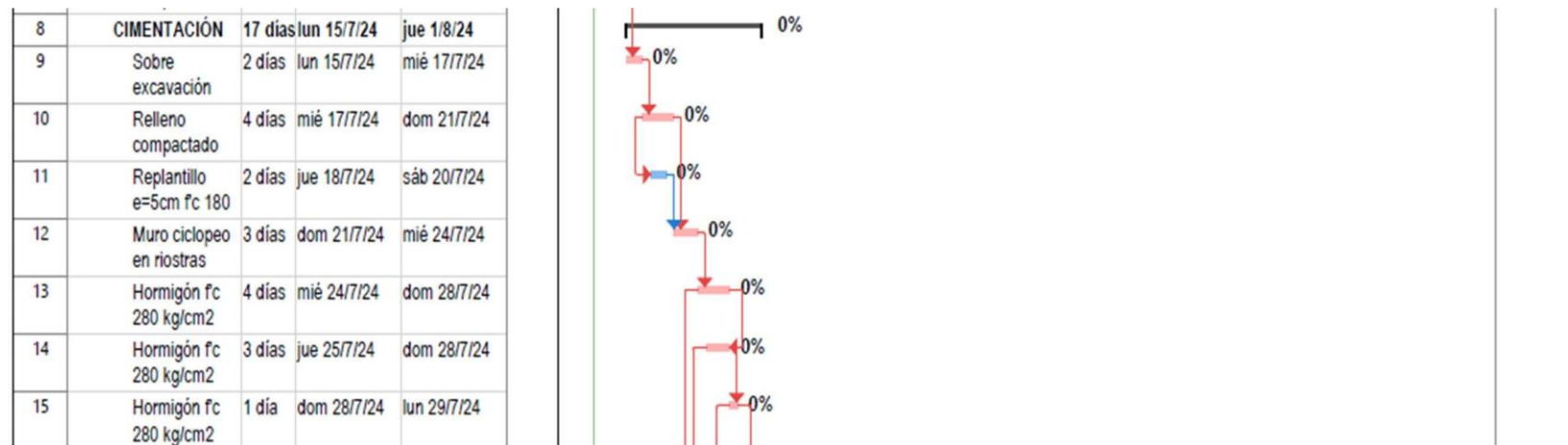
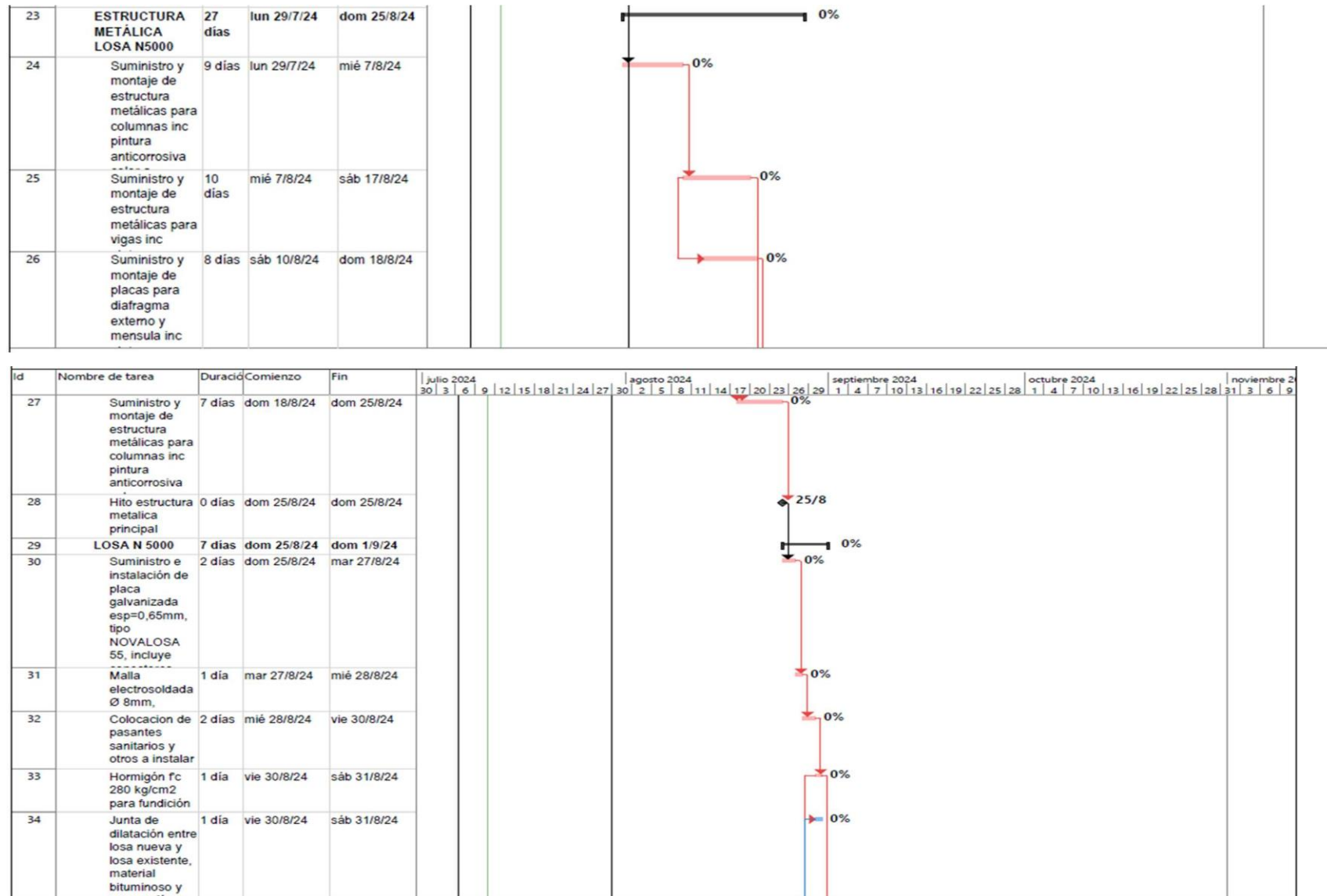


Figura 12 Cronograma de la fase de cimentación.



62	PINTURA PARTE	25 días	mié 25/9/24	dom 20/10/24
63	PERIODO DE SECADO DE PAREDES PREVIO A	18 días	mié 25/9/24	dom 13/10/24
64	Empaste para paredes interiores color a elección del	3 días	dom 13/10/24	mié 16/10/24
65	Empaste para paredes interior color a elección del cliente	4 días	dom 13/10/24	jue 17/10/24
66	SELLADO previo a Pintura elastomerica para paredes exteriores	3 días	dom 13/10/24	mié 16/10/24

0%

0%

0%

0%

Página 6

				CRONOGRAMA OFICINA MOLINO 2 8 Julio 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	julio 2024							agosto 2024							septiembre 2024							octubre 2024							noviembre 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
					30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

					CRONOGRAMA OFICINA MOLINO 2 8 Julio 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	julio 2024							agosto 2024							septiembre 2024							octubre 2024							noviembre 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
					30	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	3	6	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
86	Suministro e instalación de protección de tubería de	3 días	sáb 21/9/24	mar 24/9/24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												</

					CRONOGRAMA OFICINA MOLINO 2 8 Julio 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	julio 2024							agosto 2024							septiembre 2024							octubre 2024							noviembre 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
					30	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	3	6	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
92	Suministro e instalación de llave para fregadero de mesa marca FV modelo IGUAZÚ E511,03/L5E (cafetería) inc	2 días	sáb 28/9/24	lun 30/9/24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</

CRONOGRAMA OFICINA MOLINO 2 8 Julio 2024

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	julio 2024							agosto 2024							septiembre 2024							octubre 2024							noviembre 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9

					CRONOGRAMA OFICINA MOLINO 2 8 Julio 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	julio 2024							agosto 2024							septiembre 2024							octubre 2024							noviembre 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
					30	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	3	6	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
107	Cama de arena para	1 día	vie 2/8/24	sáb 3/8/24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

CRONOGRAMA OFICINA MOLINO 2 8 Julio 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	julio 2024							agosto 2024							septiembre 2024							octubre 2024							noviembre 2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
					30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

ANEXO 3 Encuesta realizada a participantes de la misma cohorte y profesionales del área.



Pregunta 1 de 12

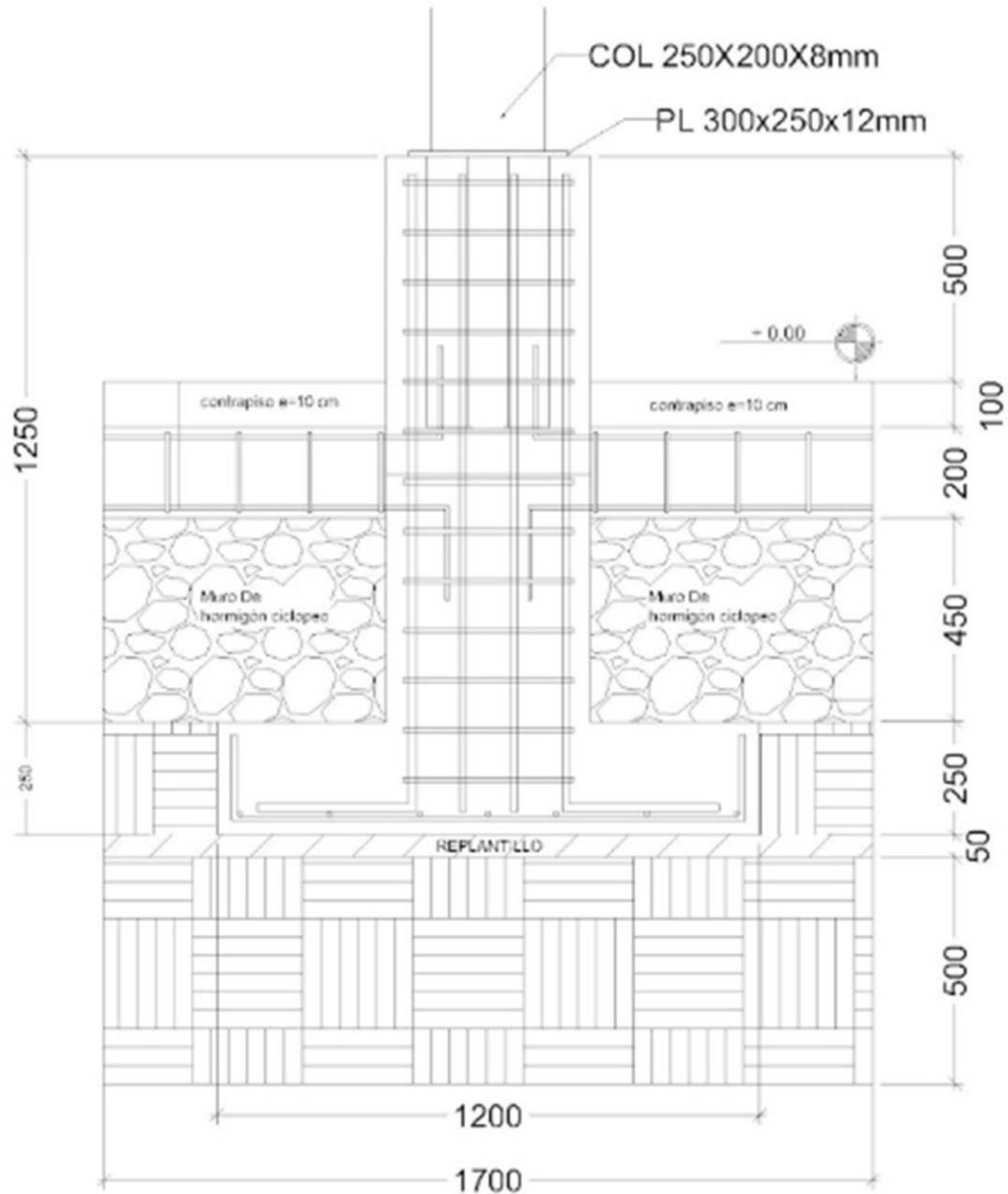


¿Cuál de las siguientes afirmaciones considera acertada?, elegir una.

PLINTO P1

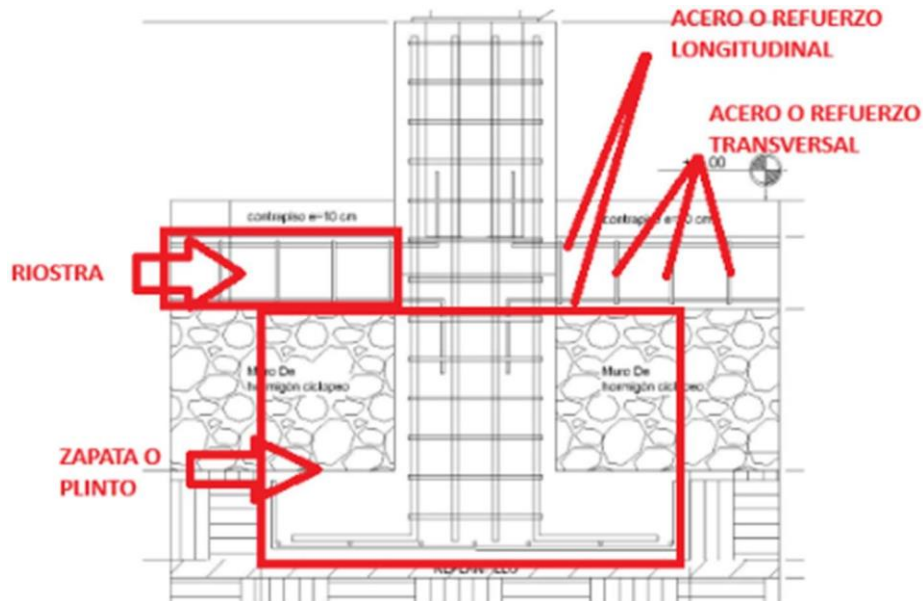


ESCALA 1:20



- El armado de la zapata carece de un refuerzo transversal suficiente, lo que puede generar zonas de baja resistencia
- Las riostras no presentan continuidad adecuada, lo que compromete la correcta transferencia de cargas
- El diseño mostrado carece de una correcta distribución de aceros longitudinales y transversales en el plinto, lo que afecta la transmisión uniforme de cargas.

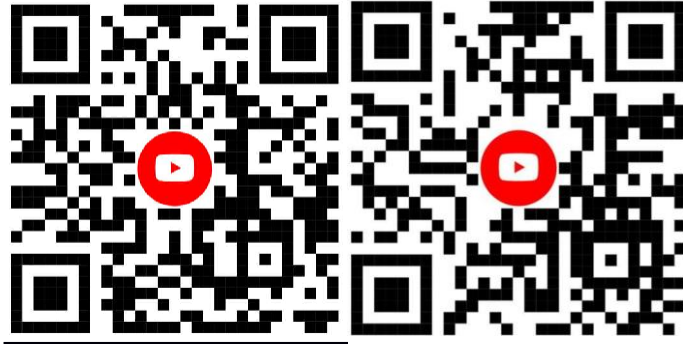
Pregunta 2 de 12



¿Cuál de las siguientes afirmaciones considera acertada?, elegir una

- ☐ El armado de la zapata carece de un refuerzo transversal suficiente, lo que puede generar zonas de baja resistencia
- ☐ Las riostras no presentan continuidad adecuada, lo que compromete la correcta transferencia de cargas.
- ☐ El diseño mostrado carece de una correcta distribución de aceros longitudinales y transversales en el plinto, lo que afecta la transmisión uniforme de cargas.

Pregunta 3 de 12

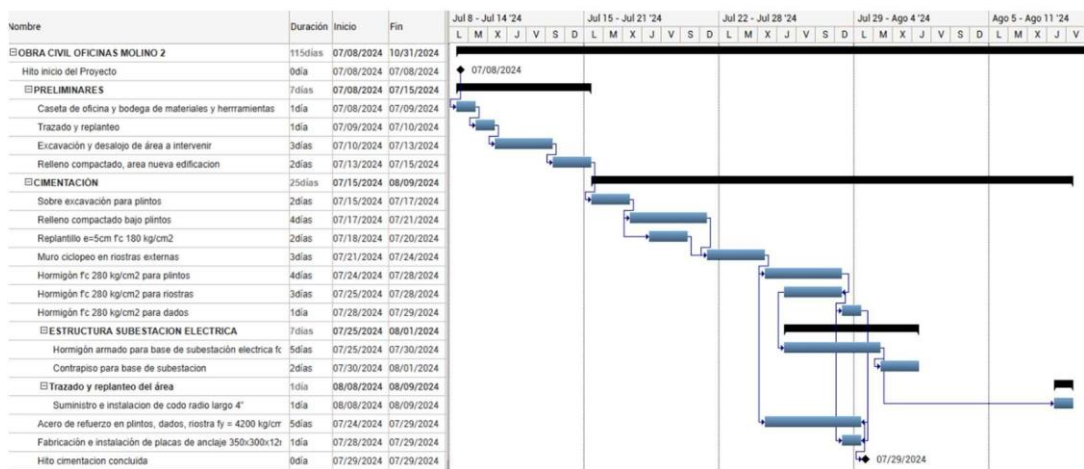


¿Con cuál de las siguientes afirmaciones está usted de acuerdo?, elegir una.

- ☐ La simulación del video 1 posee una calidad de imagen y resolución de objetos mejor.
- ☐ La simulación del video 2 posee una calidad de imagen y resolución de objetos mejor.
- ☐ Ambas simulaciones proveen igual nivel de calidad.

Pregunta 4 de 12

Acorde al IMAGEN 1

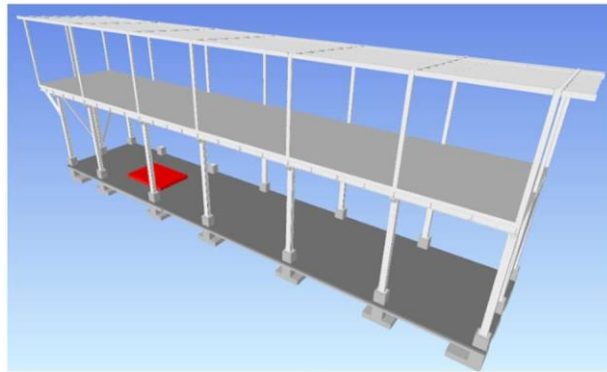


cronograma adjunto, cuantos días DE EJECUCION toma el proceso constructivo de Hormigón armado para base de subestación eléctrica, posterior a el hormigón para riostra.

- ☐ 1 día
- ☐ 2 días
- ☐ 3 días
- ☐ 4 días
- ☐ No es factible determinar el tiempo de ejecución con la información provista
- ☐ Otros: _____

Pregunta 5 de 12

IMAGEN 1



Acorde al cronograma adjunto, cuantos días DE EJECUCION toma el proceso constructivo de Hormigón armado para base de subestación eléctrica, posterior a el hormigón para riosta.

- ☐ 1 día
- ☐ 2 días
- ☐ 3 días
- ☐ 4 días
- ☐ No es factible determinar el tiempo de ejecución con la información provista
- ☐ Otros: _____

Pregunta 6 de 12

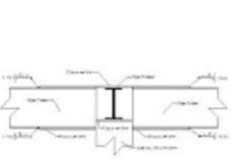
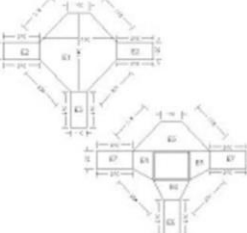
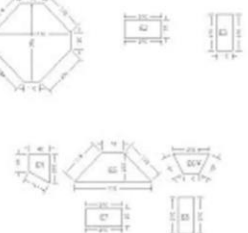
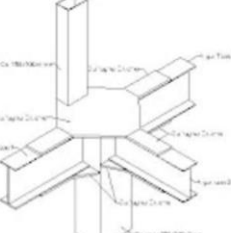
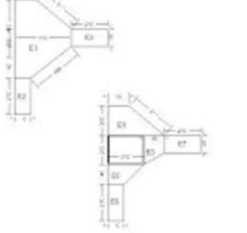
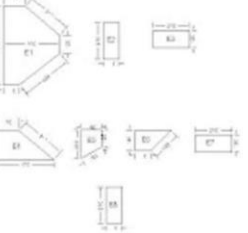
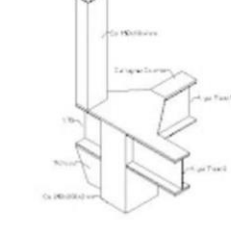
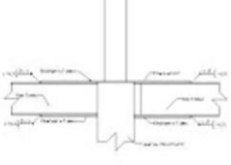
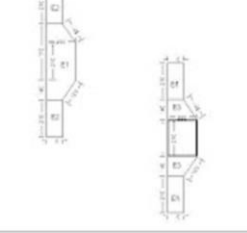
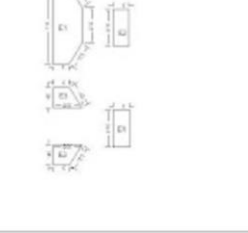
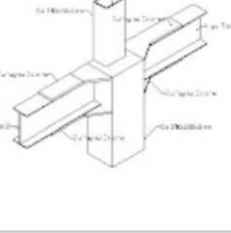


La presente simulación muestra el proceso descrito en la pregunta anterior, pero fue elaborada en una aplicación diferente. Escoja la afirmación que considere apropiada

- ☐ Esta simulación provee un MAYOR nivel de detalle que la anterior.
- ☐ Esta simulación provee un MENOR nivel de detalle que la anterior.
- ☐ Esta simulación provee IGUAL nivel de detalle que la anterior.

Pregunta 7 de 12

¿Qué información constructiva del proyecto provee la IMAGEN?

CONEXION 1 CANTIDAD: 4 ESP. PLAZA: 12 mm UBICACION: R-1, C-1, E-1 y F-1				
CONEXION 2 CANTIDAD: 1 ESP. PLAZA: 12 mm UBICACION: A-1				
CONEXION 3 CANTIDAD: 1 ESP. PLAZA: 12 mm UBICACION: A-2				

- ☐ La información provista no permite interpretar a que proceso u elemento se refiere
- ☐ La información provista se refiere a tapas de perfiles
- ☐ La información provista se refiere a decoraciones arquitectónicas
- ☐ La información provista se refiere a soportes para tuberías
- ☐ La información provista se refiere a refuerzos estructurales en nudos
- ☐ Otros: _____

Pregunta 8 de 12

Observa el video cuidadosamente y luego resuelve la siguiente pregunta:



Qué información constructiva del proyecto provee la siguiente simulación:

- ☐ La información provista no permite interpretar a que proceso u elemento se refiere
- ☐ La información provista se refiere a tapas de perfiles
- ☐ La información provista se refiere a decoraciones arquitectónicas
- ☐ La información provista se refiere a soportes para tuberías
- ☐ La información provista se refiere a refuerzos estructurales en nudos
- ☐ Otros: _____

Pregunta 9 de 12



La presente simulación muestra el proceso descrito en la pregunta anterior, pero fue elaborada en una aplicación diferente. Escoja la afirmación que considere apropiada

- ☐ Esta simulación provee un MAYOR nivel de detalle que la anterior.
- ☐ Esta simulación provee un MENOR nivel de detalle que la anterior.
- ☐ Esta simulación provee IGUAL nivel de detalle que la anterior.

Pregunta 10 de 12



La presente simulación muestra el cronograma total para la construcción del proyecto. Indique que factores considera como un aporte a la claridad del proceso constructivo. (Escoja una)

- ☐ Claridad de pasos del proceso
- ☐ Menor tiempo de interpretación
- ☐ Calidad de resolución de imagen
- ☐ Granularidad (nivel de detalle del modelo)
- ☐ Otros: _____

Pregunta 11 de 12

Observa el video cuidadosamente y luego resuelve la siguiente pregunta:



La presente simulación muestra el cronograma total para la construcción del proyecto. Indique que factores considera como un aporte a la claridad del proceso constructivo. (Escoja una)

- ☐ Claridad de pasos del proceso
- ☐ Menor tiempo de interpretación
- ☐ Calidad de resolución de imagen
- ☐ Granularidad (nivel de detalle del modelo)
- ☐ Otros: _____

Pregunta 12 de 12



¿Cuál es la duración total del proyecto?

- ☐ 90 días
- ☐ 80 días
- ☐ 115 días
- ☐ 100 días
- ☐ Otros: _____

