

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Identificación de usos BIM en las fases de planificación y
diseño del proyecto de una edificación multifamiliar de
06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024**

Dager Achata Quinteros
Josue Chuquicallata Calla

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ma. Edinson José Porras Arroyo
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 26 de octubre de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Identificación de Usos BIM en las Fases de Planificación y Diseño del Proyecto de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024

Autores:

1. Dager Achata Quinteros – EAP. Ingeniería Civil
2. Josue Chuquicallata Calla – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 40 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios y nuestros padres. Así también a la Universidad Continental por permitirnos desarrollar el proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiar nuestro camino en la formación de nuestras vidas y por permitirnos seguir adelante.

A nuestros padres por darnos la vida y por brindarnos su apoyo incondicional durante este proceso.

Al Ing Edinson Jose Porras Arroyo por brindarnos su paciencia, conocimiento y tiempo en la elaboración del presente proyecto.

A mi EAP de Ingeniería Civil, por contribuir en nuestra formación profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I:	16
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema	16
1.1.1. Problema general.....	17
1.1.2. Problemas específicos	17
1.2. Objetivos.....	17
1.2.1. Objetivo general	18
1.2.2. Objetivos específicos.....	18
1.3. Justificación e importancia.....	18
1.3.1. Tecnológica.....	18
1.3.2. Social.....	18
1.3.3. Ambiental.....	19
1.3.4. Práctica.....	19
1.3.5. Metodológica.....	19
1.4. Delimitación del proyecto	19
1.5. Limitaciones:.....	20
1.5.1. Ubicación del proyecto.....	20
1.5.2. Presupuesto	20
1.5.3. Modalidad de ejecución.....	20

1.5.4.	Personal técnico.....	20
1.5.5.	Alcance del estudio	20
1.6.	Hipótesis y variables	21
1.6.1.	Hipótesis general	21
1.6.2.	Hipótesis específicas	21
1.6.3.	Variables	21
CAPÍTULO II:.....		25
MARCO TEÓRICO.....		25
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	25
2.1.1.	Internacionales	25
2.1.2.	Nacionales	28
2.2.	Bases teóricas	34
2.2.1.	BIM.....	35
2.2.2.	Autodesk Revit y el modelamiento en BIM.....	47
2.2.3.	Lean Construction	51
2.2.4.	Last Planner System	53
2.2.5.	Sinergia de Bim y Lean Construction.....	54
CAPÍTULO III:.....		56
METODOLOGÍA.....		56
3.1.	Método, tipo o alcance de la investigación.....	56
3.1.1.	Método de la investigación.....	56
3.1.2.	Tipo de investigación	56
3.1.3.	Alcance de la investigación	56
3.2.	Diseño de la investigación.....	57
3.3.	Población y muestra	57
3.3.1.	Población:.....	57
3.3.2.	Muestra:	57
3.4.	Materiales y métodos	58

CAPÍTULO IV:	60
RESULTADOS	60
4.1. Identificación de usos BIM en las fases de planificación y diseño	60
4.1.1. Modelado 3D de arquitectura	60
4.1.2. Modelado extracción de cantidades (Quantification).....	61
4.1.3. Gestión de la documentación (Planos automáticos).....	61
4.2. Variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM.....	62
4.3. Técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valoradas por el Staff de obra.....	63
4.4. Esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados en el proyecto.....	64
4.5. Valoración de herramientas BIM	66
CAPÍTULO V:.....	67
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
5.1. Discusión respecto al problema general	67
5.2. Discusión sobre los objetivos y problemas específicos	67
5.2.1. Variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM	67
5.2.2. Técnicas de gestión e identificación de problemas valoradas por el staff de obra	68
5.2.3. Esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados	68
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	73
ANEXO 01: Matriz de consistencia	74
ANEXO 02: Matriz de operacionalización de variables.....	76
ANEXO 03: Planos estructurales	78
ANEXO 04: Planos de arquitectura	86
ANEXO 05: Planos de instalaciones eléctricas	90

ANEXO 06: Planos de instalaciones sanitarias	104
ANEXO 07: Modelado en REVIT	111
ANEXO 08: Panel fotográfico	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de las variables.</i>	24
Tabla 2. <i>Usos BIM identificados en las fases de planificación y diseño</i>	62
Tabla 3. <i>Variables y Herramientas Relevantes en la Implementación de BIM</i>	63
Tabla 4. <i>Herramientas valoradas por el Staff de obra</i>	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo del programa	35
Figura 2. Ejemplo de BIM, imagen de 2D.	37
Figura 3. Ejemplo de BIM, imagen 3D.	37
Figura 4. Comparación del BIM	38
Figura 5. Los tres campos entrelazados de la actividad BIM	42
Figura 6: Aplicación del BIM	43
Figura 7. Beneficios del BIM	44
Figura 8. Etapas del diseño	45
Figura 9. Proceso constructivo en un modelo BIM	46
Figura 10. BIM en el Perú.	47
Figura 11. Modelo 3D arquitectónico generado en Revit	48
Figura 12. Ejemplo de modelado paramétrico.	48
Figura 13. Coordinación multidisciplinaria en Revit.	49
Figura 14. Planificación de fases en Revit.	50
Figura 15. Documentación automatizada en Revit.	50
Figura 16: Revit integrado en el Entorno Común de Datos.	51
Figura 17. La producción como un flujo de procesos.	52
Figura 18. Flujo de valor de la Producción	52
Figura 19. Lean Project Delivery System	52
Figura 20. Herramientas de Lean Construction	53
Figura 21. Formación de las tareas en el proceso de LPS	54
Figura 22. Aplicación LPS y BIM	55
Figura 23. Imagen satelital	57
Figura 24. vista de la edificación	58
Figura 24. Valoración de herramientas BIM	66

RESUMEN

La investigación tuvo como propósito analizar el impacto de la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en la fase de planificación y diseño de una edificación multifamiliar de seis pisos, ubicada en la ciudad de Huancayo, durante el año 2024, partiendo de la necesidad de responder a las deficiencias técnicas recurrentes en la formulación de proyectos, tales como la duplicidad de esfuerzos entre disciplinas, errores de interpretación de planos, conflictos entre instalaciones y limitada trazabilidad documental. El problema abordado se centró en cómo la incorporación de los usos BIM influye en la mejora de la eficiencia técnica y operativa durante la etapa de diseño en edificaciones urbanas. El objetivo general fue determinar el grado de impacto de los usos BIM en aspectos clave como la coordinación interdisciplinaria, la detección de interferencias, la planificación 4D y la gestión documental. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño aplicado y nivel explicativo; se utilizó como técnica principal la encuesta estructurada dirigida a profesionales vinculados a la gestión de proyectos constructivos en Huancayo. La población estuvo compuesta por especialistas en arquitectura, ingeniería civil, ingeniería sanitaria y eléctrica, seleccionándose una muestra intencional de 20 profesionales con experiencia en el uso o implementación de herramientas BIM. Asimismo, se desarrollaron modelos digitales de la edificación con el uso de los softwares Revit, Navisworks, Cost-It y Autodesk Docs, lo que permitió simular procesos constructivos, identificar conflictos técnicos y validar secuencias de ejecución. Los resultados evidenciaron que el 85 % de los encuestados manifestaron que el uso de modelos coordinados permitió una detección más precisa y temprana de interferencias entre especialidades; el 90 % reportó una significativa reducción de errores en los planos gracias al modelado tridimensional; el 80 % señaló que la planificación 4D facilitó una mejor visualización y organización de la obra, mientras que el 75 % afirmó que la centralización de la documentación digital redujo los tiempos de búsqueda y revisión de información técnica. No obstante, se identificaron barreras importantes que limitan su implementación, como la escasa capacitación en herramientas BIM (75 %), la inexistencia de protocolos técnicos estandarizados (60 %) y una resistencia institucional al cambio hacia entornos digitales (65 %). Se concluye que la metodología BIM permite mejorar de manera significativa la eficiencia técnica y operativa durante la fase de diseño, al favorecer la integración interdisciplinaria, reducir errores de interpretación, optimizar la planificación constructiva y asegurar una gestión documental más eficaz. Además, se recomienda implementar programas de formación continua dirigidos a los profesionales del sector, promover el desarrollo de normativas técnicas específicas para la adopción de BIM y establecer políticas públicas que incentiven su uso progresivo en proyectos de inversión pública y privada, con énfasis en regiones que aún presentan limitaciones estructurales y tecnológicas para su aplicación.

Palabras clave: BIM, planificación, diseño, coordinación interdisciplinaria, Revit, eficiencia constructiva.

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the impact of implementing the Building Information Modeling (BIM) methodology in the planning and design phase of a six-story multi-family building located in the city of Huancayo during the year 2024. This research was based on the need to address recurring technical deficiencies in project formulation, such as duplication of efforts between disciplines, errors in plan interpretation, conflicts between facilities, and limited document traceability. The problem addressed focused on how the incorporation of BIM uses influences the improvement of technical and operational efficiency during the design stage of urban buildings. The overall objective was to determine the degree of impact of BIM uses on key aspects such as interdisciplinary coordination, interference detection, 4D planning, and document management. The research was developed using a quantitative approach, with an applied design and explanatory level; the main technique used was a structured survey aimed at professionals involved in construction project management in Huancayo. The survey population consisted of specialists in architecture, civil engineering, sanitary engineering, and electrical engineering. A purposive sample of 20 professionals with experience in the use or implementation of BIM tools was selected. Digital models of the building were also developed using Revit, Navisworks, Cost-It, and Autodesk Docs software, enabling construction processes to be simulated, technical conflicts to be identified, and execution sequences to be validated. The results showed that 85% of respondents stated that the use of coordinated models allowed for more accurate and early detection of interference between specialties; 90% reported a significant reduction in errors in plans thanks to 3D modeling; 80% indicated that 4D planning facilitated better visualization and organization of the project, while 75% stated that the centralization of digital documentation reduced the time spent searching for and reviewing technical information. However, significant barriers limiting its implementation were identified, such as limited training in BIM tools (75%), the lack of standardized technical protocols (60%), and institutional resistance to shifting to digital environments (65%). It is concluded that the BIM methodology significantly improves technical and operational efficiency during the design phase by promoting interdisciplinary integration, reducing interpretation errors, optimizing construction planning, and ensuring more effective document management. Furthermore, it is recommended to implement ongoing training programs for industry professionals, promote the development of specific technical regulations for the adoption of BIM, and establish public policies that encourage its progressive use in public and private investment projects, with an emphasis on regions that still have structural and technological limitations for its application.

Keywords: BIM, planning, design, interdisciplinary coordination, Revit, construction efficiency

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción, a nivel global, se encuentra en una etapa de transformación frente a los desafíos de eficiencia, calidad y sostenibilidad. A pesar de su importancia económica, esta industria ha sido tradicionalmente lenta en adoptar tecnologías digitales, lo que ha generado sobrecostos, ampliaciones de plazo y baja productividad. Esta problemática es especialmente visible en países como el Perú, donde los proyectos de infraestructura presentan altos índices de paralización, principalmente por deficiencias en la planificación, coordinación entre disciplinas y falta de control técnico en las fases iniciales del ciclo de vida del proyecto.

En este escenario, el Building Information Modeling (BIM) emerge como una metodología que permite modelar digitalmente los aspectos técnicos de un proyecto, desde su planificación hasta su operación, facilitando la coordinación entre especialidades, la anticipación de conflictos y el control de costos. A través del uso de plataformas como Revit, se integran modelos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, generando una base sólida y visualmente comprensible para la toma de decisiones, lo cual es clave para lograr eficiencia y sostenibilidad en la gestión constructiva.

Particularmente, en la ciudad de Huancayo, donde el crecimiento urbano y la demanda habitacional han incrementado de forma sostenida en los últimos años, se vuelve urgente optimizar la calidad técnica de los proyectos. En ese contexto, la presente investigación se desarrolló en una edificación multifamiliar de seis pisos proyectada para uso residencial, cuya complejidad arquitectónica y técnica exigía una integración precisa de disciplinas desde la fase de diseño. La estructura contemplaba componentes de concreto armado, instalaciones sanitarias y eléctricas distribuidas verticalmente, y una planificación condicionada por restricciones de espacio urbano. Esta realidad puso en evidencia la necesidad de incorporar una metodología que permita reducir interferencias entre especialidades, minimizar errores en planos y mejorar el control técnico desde las etapas iniciales. En ese sentido, se identificó la oportunidad de aplicar la metodología BIM como una herramienta clave para mejorar los procesos de planificación, modelado y coordinación técnica del proyecto.

En respuesta a esta necesidad, la presente investigación se enfoca en el análisis e identificación de los usos BIM aplicables a la fase de planificación y diseño de la mencionada edificación, planteando como objetivo principal proponer un plan que permita optimizar dichos procesos a través de la implementación progresiva de esta metodología. El estudio parte de la hipótesis de que una adecuada identificación y aplicación de los usos BIM permitirá mejorar significativamente la gestión del proyecto, reducir errores y sobrecostos, y fomentar un entorno de trabajo colaborativo entre los actores del sector construcción. Para ello, se analizan variables

relacionadas con la estimación de cantidades, control presupuestal, elaboración de modelos coordinados y planificación temporal (modelo 4D), utilizando herramientas tecnológicas actuales como Revit, Navisworks, Cost-It y Autodesk Docs.

La tesis se desarrolla en cinco capítulos:

Capítulo I: Se presenta el planteamiento del problema, los objetivos, hipótesis, justificación e importancia del estudio.

Capítulo II: Se analiza el marco teórico y conceptual que sustenta la metodología BIM, junto con antecedentes relevantes a nivel nacional e internacional.

Capítulo III: Se describe el enfoque metodológico, incluyendo el diseño de investigación, la muestra, las técnicas de recolección y análisis de datos.

Capítulo IV: Se exponen los resultados obtenidos, interpretando su relación con los objetivos planteados y contrastándolos con estudios similares.

Capítulo V: Se presentan las conclusiones y recomendaciones orientadas a promover la implementación efectiva de BIM en contextos similares.

Esta investigación aporta evidencia sobre el impacto del BIM en la mejora de la gestión de proyectos constructivos en Huancayo, promoviendo su integración en un entorno donde la innovación tecnológica aún enfrenta resistencias estructurales.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

La industria de la construcción constituye uno de los pilares fundamentales para el desarrollo económico y social de cualquier país. No obstante, a pesar de su relevancia, este sector aún se encuentra rezagado en la incorporación de tecnologías digitales e innovadoras, lo que ha generado limitaciones significativas en la eficiencia, calidad y transparencia de sus procesos. A nivel global, el rápido avance tecnológico ha impulsado una transformación progresiva en distintas industrias, obligando al sector construcción a adaptarse y buscar nuevas metodologías que permitan contrarrestar los problemas estructurales que históricamente lo han afectado, tales como: sobrecostos, retrasos en cronogramas, deficiencias en la coordinación interdisciplinaria, interferencias técnicas y escasa trazabilidad documental.

En el caso del Perú, la problemática se acentúa con cifras preocupantes relacionadas a la ejecución de obras públicas. Según el Instituto de Infraestructura Institucional y Gestión (IIG), durante el periodo 2006–2019, el Estado peruano no logró ejecutar ni un tercio del Presupuesto Institucional Modificado (PIM) anual promedio destinado a infraestructura, acumulando cerca de S/ 17,032 millones no ejecutados en los años previos a la pandemia (**Instituto de Infraestructura Institucional y Gestión, 2020**). Asimismo, la Contraloría General de la República reportó, hasta julio de 2018, la existencia de 8,670 obras paralizadas a nivel nacional, por un valor acumulado de S/ 16,870 millones, lo que representó el 56 % del gasto devengado promedio anual entre 2016 y 2019. De estas obras, el 39 % presentaban un avance físico inferior al 20 %, y solo el 28 % superaban el 80 % (Contraloría General de la República, 2019). A nivel regional, en Junín se registraron más de 200 obras con retrasos o paralizaciones entre los años 2019 y 2023, según informes del OSCE y de la Contraloría (**OSCE, 2023; Contraloría General de la República, 2023**), lo que ha impactado negativamente en el desarrollo urbano y la calidad de vida de la población.

Estas cifras reflejan un modelo de gestión fragmentado, donde los actores intervinientes (contratistas, proyectistas, supervisores y funcionarios) operan de forma aislada, priorizando sus propios intereses y evitando responsabilidades compartidas. Esta forma tradicional de trabajo limita la colaboración efectiva y dificulta la identificación temprana de errores, generando obras inconclusas, gastos innecesarios y pérdida de confianza

pública. En este contexto, la metodología Building Information Modeling (BIM) surge como una alternativa viable y necesaria, al proponer un entorno colaborativo digital que integra todas las disciplinas involucradas en el ciclo de vida de un proyecto, permitiendo la detección de interferencias, la mejora en la planificación y la optimización de recursos.

Pese a sus beneficios comprobados a nivel internacional, la adopción de BIM en el Perú aún es incipiente. El Plan BIM Perú 2021–2030, impulsado por el Ministerio de Economía y Finanzas, proyecta la adopción progresiva de esta metodología en los proyectos públicos, iniciando con los sectores de Transportes, Vivienda y Educación (MEF, 2021). Sin embargo, según el Diagnóstico Nacional BIM 2021 elaborado por la Dirección General de Programación Multianual de Inversiones (DGPMI), solo el 10 % de las entidades públicas emplean alguna herramienta BIM y menos del 5 % han establecido estándares internos de implementación (DGPMI, 2021). A nivel local, en la región Junín, y específicamente en la ciudad de Huancayo, la adopción de esta metodología aún es limitada, a pesar del crecimiento urbano sostenido y del aumento en la complejidad de los proyectos de edificación.

1.1.1. Problema general

¿Cuáles son los usos BIM en las fases de planificación y diseño del proyecto de una edificación multifamiliar de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles serán las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM para aplicarlos durante las fases de planificación y diseño del proyecto de una edificación multifamiliar de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024?
- ¿Cuáles serán las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra del proyecto de una edificación multifamiliar de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024?
- ¿Cómo sería un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados en el proyecto de una edificación multifamiliar de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Proponer un plan de identificación de usos BIM en las fases de planificación y diseño del proyecto de una edificación multifamiliar de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM para aplicarlos durante las fases de planificación y diseño del proyecto de una edificación multifamiliar de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.
- Determinar las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra del proyecto de una edificación multifamiliar de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.
- Desarrollar un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados en el proyecto de una edificación multifamiliar de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Tecnológica

Tecnológicamente, el estudio demuestra cómo el uso de modelos digitales y planificación 4D permite anticipar interferencias, optimizar recursos y mejorar la eficiencia en la fase de diseño. Según **Succar (2009)**, BIM representa un cambio fundamental en la gestión de proyectos, promoviendo la transformación digital del sector construcción.

1.3.2. Social

Desde el ámbito social, esta investigación aporta al sector construcción al evidenciar cómo el uso de BIM mejora la coordinación interdisciplinaria, reduce errores en planos y fomenta un trabajo colaborativo más eficiente, contribuyendo a obras de mejor calidad y a una mayor satisfacción de los usuarios. **Eastman et al. (2011)** señalan que BIM favorece la toma de decisiones informadas y disminuye los conflictos durante la ejecución de proyectos.

1.3.3. Ambiental

Desde el enfoque ambiental, la investigación permite reconocer los riesgos presentes en el entorno constructivo y plantea soluciones orientadas a minimizar impactos negativos, favoreciendo el desarrollo de una obra con criterios de sostenibilidad.

1.3.4. Práctica

En el ámbito práctico, los resultados facilitan la correcta implementación de BIM en la ejecución de proyectos, proporcionando conocimientos para enfrentar y resolver dificultades comunes que surgen en la administración y desarrollo de edificaciones.

1.3.5. Metodológica

En el aspecto metodológico, el trabajo adopta los usos BIM definidos por Penn State University (2013), así como las recomendaciones de Hardin y McCool (2015), aportando evidencia sobre su adaptación a realidades regionales. Además, se demuestra la utilidad de herramientas como Revit, Navisworks y Cost-It en un caso aplicado, ofreciendo una referencia que puede ser replicada por futuros estudios o profesionales del sector.

La relevancia del proyecto se fundamenta en la mejora de la productividad mediante la incorporación de la metodología BIM dentro de un proyecto de edificación. Ello permite comprender con mayor claridad los factores clave vinculados a su uso, fortaleciendo la gestión eficiente de obras. Asimismo, los resultados pueden servir como complemento para futuras investigaciones, contribuyendo a un avance tecnológico alineado con la Directiva N.º 289-2019-EF y la implementación gradual del BIM en el Perú.

1.4. Delimitación del proyecto

Este estudio se delimita a la identificación de usos BIM en la fase de planificación y diseño de una edificación multifamiliar de seis pisos ubicada en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, región Junín, durante el año 2024. La obra, con un presupuesto estimado de 2.5 millones de soles y ejecutada bajo la modalidad de administración directa, involucra un equipo técnico conformado por arquitectos, ingenieros y modeladores BIM. La

investigación se centra en aplicar la Guía Nacional BIM para optimizar la coordinación técnica y reducir errores en la futura ejecución.

1.5.Limitaciones:

1.5.1. Ubicación del proyecto

El estudio se limita a una edificación multifamiliar de seis pisos ubicada en la ciudad de Huancayo. Esto restringe la posibilidad de extrapolar los resultados a proyectos desarrollados en otras regiones del país o en edificaciones de distinta naturaleza, como infraestructuras industriales, hospitalarias o de gran escala.

1.5.2. Presupuesto

La obra cuenta con un presupuesto estimado de 2.5 millones de soles, lo que condiciona el nivel de inversión en herramientas tecnológicas, licencias de software y capacitación del personal. Este aspecto limita la incorporación de usos BIM más avanzados, como modelado en dimensiones 6D (sostenibilidad) o 7D (operación y mantenimiento).

1.5.3. Modalidad de ejecución

El proyecto se ejecuta bajo la modalidad de administración directa, lo cual implica que la entidad asume la gestión de recursos y personal. Esta modalidad puede restringir la flexibilidad en la toma de decisiones y en la adopción de innovaciones tecnológicas, en comparación con otros esquemas como contratos con empresas privadas o asociaciones público-privadas.

1.5.4. Personal técnico

El equipo técnico está conformado por arquitectos, ingenieros y modeladores BIM, con niveles de experiencia variables en la metodología. Esto genera que la identificación de usos BIM dependa, en parte, del grado de conocimiento y familiaridad que cada profesional posee con las herramientas digitales, pudiendo influir en la valoración final de los usos priorizados.

1.5.5. Alcance del estudio

La investigación se circunscribe a los usos BIM aplicables en las fases de planificación y diseño. No se abordan las fases posteriores del ciclo de vida del proyecto, como construcción, operación o mantenimiento, lo cual restringe la visión integral del impacto de BIM en toda la gestión de la edificación.

1.6.Hipótesis y variables

1.6.1. Hipótesis general

El plan de identificación de usos BIM en las fases de planificación y diseño, mejorará la gestión y ejecución del proyecto de una edificación multifamiliar de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.

1.6.2. Hipótesis específicas

- Al identificar las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM en las fases de planificación y diseño del proyecto permitirá mejorar la gestión y ejecución de una edificación de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.
- Al determinar las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra, se logrará mejorarla gestión y ejecución de una edificación multifamiliar de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.
- Al desarrollar un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados, permitirá mejorar la gestión del proyecto de una edificación multifamiliar de 06 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.

1.6.3. Variables

1.6.3.1. Variable 1: Usos BIM

Se refiere a las aplicaciones específicas del Modelado de Información de Construcción (BIM) a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. Según Penn State (2013), los usos BIM representan procesos clave que pueden optimizarse mediante la tecnología BIM, Indicadores:

1. Programación de requerimientos del proyecto
2. Análisis del sitio (site analysis)

3. Diseño arquitectónico
4. Diseño estructural
5. Diseño de instalaciones (MEP)
6. Coordinación del diseño
7. Revisión del diseño (design review)
8. Planificación 4D (tiempo)
9. Estimación de costos 5D
10. Análisis energético
11. Evaluación del impacto ambiental
12. Planificación de la construcción
13. Control de la construcción
14. Gestión de documentación del proyecto
15. Entrega del activo digital (as-built digital)
16. Gestión del activo (Facility Management – FM)

Estos usos están respaldados por la matriz de usos BIM de la Penn State University BIM Project Execution Planning Guide y han sido adaptados por Guías como la Guía Nacional BIM Perú (2021) para su aplicación en proyectos públicos y privados.

1.6.3.2. Variable 2: fase de planificación y diseño de una edificación

Corresponde al conjunto de actividades previas a la ejecución física del proyecto, donde se definen los criterios técnicos, espaciales, funcionales y económicos de la obra, Indicadores:

- Presupuesto referencial de obra
- Elaboración de planos y modelos BIM
- Estimación de cantidades (metrado) y costos preliminares

Según Eastman et al. (2011) y la Guía Nacional BIM Perú (2021), esta fase es crítica para detectar interferencias, prever costos y optimizar los tiempos de ejecución.

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Variable 1: <i>Usos BIM.</i>	Los usos BIM comprenden las aplicaciones específicas de la metodología BIM dentro de los procesos de un proyecto, los cuales pueden ser organizados, orientados y vinculados a cada etapa del ciclo de inversión para optimizar la gestión del proyecto (adaptado de Guía Nacional BIM, 2023).	Identificar y seleccionar los usos BIM más relevantes para asegurar una adecuada gestión y ejecución del proyecto de edificación de seis niveles.	Usos BIM establecidos en la Guía Nacional BIM: Uso 1 al 16.
Variable 2: <i>Fase de planificación y diseño de una edificación</i>	La fase de planificación considera la definición de etapas constructivas y la organización técnica del proyecto. Por su parte, el diseño involucra el desarrollo de sistemas constructivos y soluciones que permitan mejorar la eficiencia del proceso edificatorio (adaptado de Guía Nacional BIM, 2023).	Elaborar los modelos BIM, así como determinar cantidades, costos y lineamientos técnicos correspondientes a la fase de planificación y diseño del proyecto.	- Presupuesto del proyecto
			- Planos y modelos BIM
			- Metrajes y estimaciones de costos

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

Mosquera y Cuchimba (2020) presentó la tesis de pregrado Titulado: “Implementación de la metodología BIM para la empresa W&D obras y servicios S.A.S, en la postulación de proyecto de infraestructura educativa”, el cual fija como objetivo general: Proporcionar la implementación de metodologías actuales como BIM en la postulación de proyectos de infraestructura educativa, con el fin de transformar los estándares tradicionales de la industria W&D OBRAS Y SERVICIOS S.A.S., empleando la metodología: “Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental”, obteniendo como resultado: “Se determinó la eficiencia a la hora de implementar la metodología BIM es menor que el 5% porque es el nivel de imprevistos que se asume una vez que se va a llevar a cabo una obra de construcción civil por lo cual se presumen como una tecnología óptima y confiable”, y finalmente concluyó: “En cuanto al diseño paramétrico permite que los datos se actualicen de manera simultánea ante cualquier modificación, siendo una de las mejores características la interoperabilidad, permitiendo minimizar los impactos ocasionados por los cambios de proyecto permitiendo corregir errores antes de ser construidos” Este estudio aporta a la presente tesis al evidenciar cómo la aplicación temprana del BIM mejora la precisión en etapas iniciales, lo cual es esencial en el diseño de edificaciones multifamiliares.

Silva y Venegas (2023) en su estudio titulado “Metodología BIM aplicada a la remodelación de proyectos de vivienda de interés social”, abordaron el problema recurrente del desconocimiento que tienen los usuarios respecto al tiempo y costo necesario para la remodelación de viviendas entregadas en obra gris, especialmente en proyectos de vivienda de interés social (VIS). Esta situación genera incertidumbre y gastos adicionales no planificados, afectando tanto a los propietarios como al proceso de ejecución de la obra.

La investigación propuso la implementación de un sistema de gestión de información basado en la metodología BIM, integrando diversas herramientas tecnológicas como Revit, Archicad, Presto y Navisworks. Esta integración permitió centralizar toda la información relevante del proyecto, abarcando desde el diseño en 3D, la asignación y administración de recursos, hasta el cálculo de costos, cronogramas y la gestión durante el ciclo de vida de la vivienda.

El estudio también señaló que, según datos del DANE (2023), en Bogotá existen más de 34,000 viviendas VIS entregadas, lo que implica un elevado potencial para proyectos de remodelación que requieren un control eficiente de tiempos y costos. Sin embargo, gran parte de las empresas involucradas en el sector son pequeñas y carecen de sistemas tecnológicos que permitan esta gestión integrada, lo cual dificulta la transparencia y la comunicación con los clientes.

Como resultado, la aplicación de la metodología BIM facilitó una mejor planificación, redujo la incertidumbre en los costos y tiempos de remodelación, y optimizó la comunicación entre todos los actores involucrados, incluyendo a los usuarios finales, quienes pudieron acceder a información actualizada y precisa sobre el avance de sus proyectos.

La metodología BIM representa una herramienta clave para superar las limitaciones tradicionales en proyectos VIS, especialmente en la etapa de remodelación. Su implementación permite centralizar y gestionar la información de manera colaborativa y precisa, contribuyendo a reducir costos imprevistos y mejorando la satisfacción del cliente, además de fomentar la adopción tecnológica en un sector aún rezagado en ese aspecto. Este aporte es clave para nuestra investigación, al mostrar cómo BIM puede ser aplicado incluso en proyectos pequeños, como viviendas, optimizando su planificación.

Sanchez y Serrano, (2020) presentó la tesis de pregrado titulado: “Diseño y modelación de proyectos en dos y tres dimensiones con la metodología BIM (Building Information Modeling) soportado en herramienta AUTODESK REVIT”, el cual fija como objetivo general: “Realizar el diseño y modelación de proyectos en dos y tres dimensiones con la metodología BIM (Building Information Modeling) soportado en herramienta Autodesk Revit”, empleando la metodología: “En el presente trabajo de investigación es de tipo

experimental” obteniendo como resultado: “Por medio de esta herramienta BIM permitió identificar errores en obra, lo que podría generar mayores costos en la etapa constructiva”, finalmente concluyó: “Mencionando que los sistemas BIM a pesar de complejos han alcanzado un nivel de madurez que permite que estos puedan y deban ser usados por las empresas de construcción de obras de tipo civil”. Su estudio refuerza el objetivo de nuestra tesis de utilizar modelos digitales para minimizar errores en etapas tempranas.

Giraldo (2020) presentó la tesis de posgrado titulado: “Propuesta para la implementación de la metodología BIM en el desarrollo de nuevos proyectos de infraestructura en la policía nacional de Colombia”, el cual fija como objetivo general: “Desarrollar una propuesta para la implementación de la metodología BIM en la ejecución de nuevos proyectos de infraestructura en la Policía Nacional de Colombia”, se obtuvo como resultado: “se puede inferir que el componente tecnológico tiene el mayor impacto para su implementación en las organizaciones, en el entendido que el proceso de modelación es asistida por computador”, y finalmente concluyo: “Se debe adoptar BIM para incrementar la productividad como un primer paso importante hacia la digitalización de la industria de la construcción”. Este hallazgo respalda la necesidad de introducir BIM en regiones como Junín, donde la productividad del sector aún es baja.

Vera (2022) presentó la tesis de posgrado titulado: “Aplicación de la metodología BIM a un proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial. modelo BIM 5D costes”, el cual fija como objetivo general: “Investigar acerca de la aplicación de la metodología BIM a obras de la ingeniería civil, en particular, a infraestructuras lineales”, empleando la metodología: el presente proyecto fue realizado desde un enfoque cuantitativo, cuyo tipo de investigación es experimental, obteniendo como resultado: La exportación de los sólidos 3D del modelo BIM sobre el que se trabaja, facilitará o dificultará la vinculación de unidades de obras para ser presupuestadas en un modelo BIM 5D. Cuanto mayor sea la coordinación y colaboración entre disciplinas, más se podrá ajustar el modelo BIM 3D para la generación de un buen modelo BIM 5D, y finalmente concluyo: Mencionando que no se debe utilizar la tecnología BIM en el ámbito ferroviario. Esto contribuye al enfoque de nuestra tesis sobre estimaciones más precisas y coordinación en la fase de diseño.

2.1.2. Nacionales

Olorte y Visag (2022) desarrollan un estudio centrado en determinar la influencia de las tecnologías Building Information Modeling (BIM) durante la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles, ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Esta investigación surge en respuesta a una problemática recurrente en el sector construcción: la baja calidad en la documentación técnica, las ineficiencias en la cuantificación de materiales y la deficiente coordinación entre especialidades. Estos factores, frecuentes en proyectos desarrollados con metodologías tradicionales, suelen traducirse en sobrecostos, retrabajos y plazos extendidos durante la ejecución.

El estudio se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental de tipo descriptivo, empleando como técnica principal la revisión documental mediante fichas de observación. Inicialmente, se recopilaron los planos, especificaciones y criterios técnicos del proyecto de edificación para dar paso a la elaboración de modelos tridimensionales utilizando herramientas BIM, particularmente Revit. A partir de estos modelos se desarrolló una representación digital detallada de las especialidades de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas.

Posteriormente, se procedió a la coordinación interdisciplinaria de los modelos con el objetivo de detectar interferencias o colisiones entre elementos constructivos y sistemas, tarea que permitió identificar un total de 197 conflictos antes de iniciar la etapa constructiva. Esta detección anticipada evitó costos adicionales por retrabajos, los cuales son comunes cuando estas inconsistencias se descubren ya en obra. Asimismo, la obtención automatizada de metrados permitió optimizar la cuantificación de materiales en un 12 %, reduciendo errores comunes asociados a estimaciones manuales.

Otro de los beneficios evidenciados en el estudio fue la disminución del 37 % en el tiempo requerido para la elaboración de entregables, gracias a la generación automática de planos, cortes y detalles constructivos directamente desde los modelos. Este resultado destaca una ventaja clave de la metodología BIM: la integración del diseño y la documentación en un solo entorno digital, lo cual reduce la redundancia de tareas y agiliza la producción técnica.

Además, se resalta el impacto positivo en la gestión del proyecto, ya que la visualización tridimensional del diseño facilitó una mejor comprensión del mismo por parte de los profesionales involucrados, promoviendo una toma de decisiones más informada. Los autores concluyen que la aplicación de tecnologías BIM en la fase de diseño permite afrontar de manera más eficiente los retos del sector construcción, particularmente en contextos urbanos como el de Chiclayo, donde la presión por optimizar recursos y plazos es alta.

La implementación de BIM en la fase de diseño no solo mejora la coordinación entre especialidades y la precisión en los metrados, sino que también reduce significativamente los tiempos de producción de documentación técnica y previene conflictos costosos en la obra. Este estudio confirma que las tecnologías BIM constituyen una herramienta esencial para elevar la calidad y eficiencia de los proyectos de vivienda multifamiliar en el Perú. Este estudio respalda la tesis al evidenciar cómo los usos BIM durante la planificación ayudan a prevenir interferencias y mejorar la toma de decisiones desde los primeros estadios del proyecto.

Guerrero y Montalván (2021) desarrollan un estudio enfocado en determinar cómo la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) puede mejorar el proceso de diseño de un edificio multifamiliar de tres niveles con azotea, ubicado en la ciudad de Tarapoto. Este trabajo se enmarca en la necesidad de prevenir errores comunes que ocurren en la etapa de diseño tradicional, como la superposición de elementos entre especialidades y la deficiente coordinación técnica, lo cual genera sobrecostos y retrasos durante la ejecución de los proyectos.

El estudio parte del modelado tridimensional (3D) de las especialidades de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas, empleando el software Autodesk Revit 2020 a partir de planos 2D elaborados en AutoCAD 2018. El nivel de desarrollo adoptado fue LOD 300, lo que permitió establecer un grado de detalle adecuado para la detección precisa de interferencias. Cada una de las especialidades fue modelada con precisión en planta y elevación, y luego integrada dentro de una plataforma colaborativa para la federación y análisis conjunto del diseño.

Para la detección de conflictos entre disciplinas, los modelos fueron exportados al software Navisworks Manage 2020, mediante el cual se ejecutó un análisis

de colisiones automatizado. Como resultado de esta revisión coordinada, se identificaron un total de 211 interferencias, muchas de las cuales habrían pasado desapercibidas bajo métodos de revisión convencionales. Estas interferencias incluían cruces entre ductos eléctricos y vigas, superposiciones entre redes sanitarias y elementos estructurales, así como inconsistencias entre planos de diferentes especialidades.

La corrección anticipada de estos errores dentro del entorno virtual permitió a los investigadores proponer soluciones de rediseño desde la etapa temprana, evitando que estos problemas llegaran a obra. Este enfoque reafirma una de las principales ventajas del uso de BIM: la capacidad de previsualizar, coordinar y validar digitalmente los elementos constructivos antes de ejecutar cualquier actividad en campo.

Además, los autores destacan que el uso de BIM no solo mejora la calidad técnica del diseño, sino que también promueve una transformación profesional en los actores del sector construcción. Implementar esta metodología implica adoptar nuevas metas de aprendizaje, adquirir competencias digitales, y transformar la forma en la que se conciben los proyectos de edificación.

La aplicación de la metodología BIM en la fase de diseño permite detectar y corregir anticipadamente interferencias entre especialidades, reduciendo significativamente los errores y optimizando la toma de decisiones técnicas. El estudio demuestra que el modelado tridimensional y la coordinación digital constituyen herramientas clave para elevar la eficiencia, precisión y competitividad en los proyectos de edificación en regiones como Tarapoto. Su experiencia permite reforzar la tesis al evidenciar que una identificación adecuada de los usos BIM mejora la integración entre especialidades, lo que reduce significativamente los errores en obra.

Fernández (2021) desarrolla una investigación centrada en la implementación de la metodología BIM en la etapa de diseño de un proyecto de edificación multifamiliar en la ciudad de Lima, con el propósito de optimizar la gestión del diseño y sustituir progresivamente los métodos tradicionales basados en tecnología CAD 2D. La tesis plantea que, al aplicar BIM desde las fases iniciales del proyecto, es posible reducir la incertidumbre, anticipar errores en la documentación, minimizar la variabilidad del diseño, disminuir las órdenes

de cambio, mejorar la integración de los stakeholders y aumentar la productividad general del proyecto.

El estudio toma como base una propuesta previa desarrollada por Ruiz-Conejo (2015), relacionada con la optimización de la gestión visual y la comunicación en la etapa de diseño. A partir de esta propuesta, Fernández selecciona los procesos más adecuados y pertinentes para implementar BIM en el contexto específico de su caso de estudio. Como parte del análisis inicial, se realiza un mapeo detallado de los procesos de diseño del producto bajo el método tradicional utilizado por la empresa, con el fin de identificar las limitaciones del enfoque convencional y establecer un punto de partida claro para la intervención con BIM.

Posteriormente, se describe el proceso de implementación BIM, incluyendo la adaptación y selección de herramientas digitales conforme a las necesidades específicas de la empresa involucrada. La estrategia implementada responde no solo a una mejora tecnológica, sino también a una transformación del enfoque de gestión del diseño, alineado con principios del Virtual Design and Construction (VDC), lo cual refuerza la naturaleza colaborativa y eficiente del nuevo modelo adoptado.

Los resultados obtenidos se presentan mediante indicadores de gestión y análisis cualitativo del desempeño observado a lo largo del proceso de implementación. Entre los principales logros se destacan la mejora sustancial en la comunicación entre áreas, la reducción de reprocesos y la consolidación de un entorno digital coordinado. Estos resultados no solo evidencian los beneficios técnicos y operativos de aplicar BIM desde el diseño, sino que también refuerzan su capacidad para agregar valor al producto final al minimizar pérdidas, asegurar la trazabilidad de decisiones y fortalecer la toma de decisiones basada en datos.

La implementación de la metodología BIM en la gestión del diseño de proyectos de edificación multifamiliar representa un avance significativo frente a los métodos tradicionales basados en CAD 2D. A través de herramientas y procesos adaptados a las necesidades del proyecto, es posible optimizar la coordinación entre actores, reducir errores y mejorar la productividad general, logrando una gestión más eficiente y con mayor valor agregado desde las primeras etapas del ciclo de vida del proyecto. Su experiencia respalda la

importancia de identificar correctamente los usos BIM en la fase de diseño para lograr una documentación técnica integrada y libre de inconsistencias.

Cueva (2021) realiza una investigación cuyo objetivo principal fue aplicar la metodología BIM en el proceso de diseño estructural durante la etapa de planificación de una edificación multifamiliar de seis niveles con un semisótano, ubicada en el distrito de Ate Vitarte, Lima. Esta investigación surge como respuesta a las serias deficiencias técnicas que presenta la industria de la construcción a nivel nacional, especialmente evidenciadas durante la fase de ejecución, como consecuencia de errores no detectados en la etapa de diseño. Problemas como la falta de coordinación entre especialidades, incompatibilidades entre planos, y una limitada comunicación entre proyectistas, han generado sobrecostos e ineficiencias que convierten la inversión en gasto improductivo.

La propuesta de este estudio radica en transformar los procesos individualistas en prácticas colaborativas mediante la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM), que permite centralizar la información de diseño en un entorno digital integrado, facilitando el trabajo conjunto entre los profesionales involucrados en el proyecto. Para ello, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, con diseño no experimental de corte transeccional. Asimismo, presenta un alcance descriptivo y correlacional, al buscar describir los procesos involucrados en la aplicación de BIM y analizar la relación entre las variables que intervienen en el diseño estructural y la metodología colaborativa.

Durante el desarrollo del estudio, se diseñó un flujo de trabajo estructurado en el que el modelo BIM se convirtió en el núcleo del proceso de planificación estructural. A través de herramientas especializadas, el autor elaboró un modelo estructural digital que permitió integrar los resultados del análisis estructural con la documentación técnica requerida para fases posteriores del proyecto. La parametrización de elementos fue fundamental para asegurar precisión y flexibilidad en el diseño, ya que los objetos tridimensionales utilizados representaban componentes constructivos reales con información asociada que podía ser modificada según las necesidades del proyecto.

Entre los principales hallazgos, se destaca que el proceso de diseño estructural pasó de ser un sistema con información fragmentada y sin comunicación

efectiva, a constituirse en un entorno colaborativo y digitalizado donde los datos estaban centralizados en un único modelo BIM. Este modelo no solo sirvió como base para la estructuración técnica del proyecto, sino también como medio de intercambio de información entre distintas especialidades, promoviendo la continuidad del diseño en fases posteriores como arquitectura e instalaciones.

El autor también hace referencia a los niveles de madurez BIM, destacando que en el contexto internacional los países desarrollados ya han alcanzado niveles avanzados, como el nivel 2 y nivel 3, donde el modelo único y colaborativo es norma. En contraste, el Perú aún se encuentra en un proceso progresivo de implementación, impulsado por iniciativas públicas como el “Plan BIM Perú”, que establece una hoja de ruta para la adopción obligatoria del BIM en proyectos estatales hacia el año 2030.

La implementación de la metodología BIM en la etapa de planificación estructural transforma los procesos tradicionales en flujos colaborativos y centralizados, permitiendo una mayor eficiencia, reducción de errores y mejor comunicación entre especialidades. Esta transición representa un paso clave para modernizar el sector construcción en el Perú, consolidando las bases para una gestión técnica más integrada desde las etapas tempranas del diseño.

Flores (2020) presentó la tesis de posgrado titulado: “Interacción entre BIM y LEAN Construction analizadas en proyectos de edificación”, el cual fija como objetivo general: “Mostrar las interacciones positivas entre Lean Construction y BIM encontradas en los casos analizados de proyectos de vivienda multifamiliar”, empleando la metodología: “cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental”, obteniendo como resultado: “La metodología BIM influye en acelerar los tiempos que se tomaban al realizar ciertas gestiones manualmente, tales como la sectorización ya que BIM a través de una iteración da una respuesta automática”, y finalmente concluyó: Mencionando que “se obtiene que BIM influencia positivamente en los proyectos de edificación y potencia los principios teóricos y prácticos de Lean Construction”.

Julcamoro (2019) presentó la tesis de posgrado Titulado: “Implementación de la metodología BIM con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del gobierno regional de Cajamarca – 2018”, el cual fija como

objetivo general: Implementar la metodología BIM con Revit en la fase de diseño en las especialidades de arquitectura y estructuras de expediente técnico de edificaciones ejecutado por el Gobierno Regional de Cajamarca – 2018, empleando la metodología: Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como resultado: El porcentaje de diferencia entre presupuesto inicial y presupuesto Revit es - 0.10% y entre presupuesto actualizado y presupuesto Revit es 2.30%, y finalmente concluye: Se logró implementar la metodología BIM con Revit en la fase de diseño en las especialidades de arquitectura y estructuras del expediente técnico de edificaciones ejecutado por el Gobierno Regional de Cajamarca.

En la tesis “Implementación visual del sistema Last Planner mediante el modelado BIM en la ejecución del proyecto: centro comercial La Estación” , se indica que la aplicación de la metodología BIM – lean, en la etapa de construcción, conlleva a tener un mejor control del avance y correcta programación, donde el modelo BIM mejora el entendimiento de los procedimientos constructivos para la ejecución y planificación del proyecto, demostrando que su interacción ayuda a optimizar los proyectos de construcción. El estudio concluye indicando que, a mayor variabilidad en la planificación a mediano y corto plazo, mayor será el impacto en el presupuesto y cronograma, lo cual puede reducirse si se realiza un análisis detallado de las actividades a realizar. Por otra parte, se establece que BIM contribuye no solo con el entendimiento de las actividades no completadas, sino también con los reportes de control de avance (9). Este estudio contribuye a la tesis al demostrar que el uso estratégico de BIM en la fase de planificación y diseño genera un entorno colaborativo y optimiza recursos, reforzando la necesidad de identificar adecuadamente los usos BIM. Este antecedente apoya la investigación al señalar que la identificación del uso BIM relacionado a la estimación de costos 5D es clave en la fase de diseño para evitar desviaciones económicas.

2.2. Bases teóricas

El riesgo puede manifestarse de manera objetiva o subjetiva, ya que puede ser detectado de forma directa o influenciado por la percepción de quien lo evalúa. Su valoración depende del criterio personal del analista, puesto que incluso

aquellos riesgos considerados como objetivos se interpretan y cuantifican según la relevancia que el evaluador les asigne. Asimismo, una vez reconocido el riesgo, la organización tiene la capacidad de decidir si lo asume o lo mitiga, eligiendo la estrategia de gestión que mejor se ajuste a sus necesidades y objetivos (Paredes, 2019).

2.2.1. BIM

El Building Information Modeling (BIM) se refiere a un enfoque de gestión y representación de información asociado al ciclo de vida de un proyecto, mediante el uso de herramientas digitales que trabajan en modelos tridimensionales. Su incorporación en la planificación y ejecución permite optimizar los tiempos, mejorar el control del proyecto y reducir errores tanto en la etapa de diseño como en la construcción. Este método integra datos vinculados a la geometría del modelo, ubicación espacial, cantidades y demás características propias de cada componente constructivo.

Asimismo, los softwares orientados a BIM ofrecen la capacidad de mejorar los procesos tradicionales gracias a la creación y manipulación de elementos constructivos que representan fielmente una edificación real. La intervención de los sistemas computacionales en la gestión de esta información ha significado una transformación relevante respecto a los métodos convencionales basados únicamente en la representación gráfica, migrando hacia un enfoque digital altamente interactivo y dinámico (Retete Cruz, 2016).

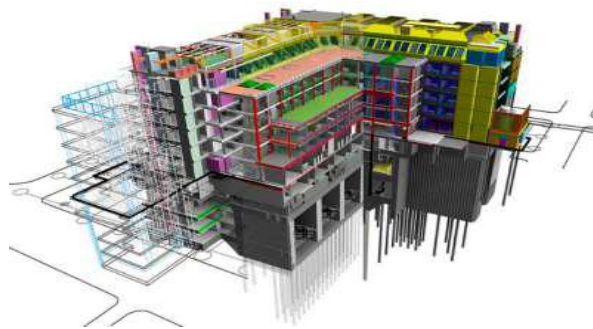


Figura 1. Modelo del programa

Fuente: IBuildBIM

2.2.1.1. Historia del BIM

Esta compañía líder sobre la el software que refiere al BIM ha sido húngara Graphisoft, quienes se crearon y abastecieron con el nombre de Virtual Building (Edificio Virtual) a partir de 1987 a base de su programa ArchiCAD, nombrado como y reconocido como el primero en la calidad de software de CAD, con el fin de ser dirigidas a computadora personal con la capacidad de elaborar diseños en 2D ASI COMO EN 3D, Autodesk empezó a emplear la consideración de BIM a partir del año 2002 en el momento que llegaron a adquirir la empresa texana Revit Technology Corporation por el monto de 133 millones de dólares, de manera que por otro lado otros pretenden ingresar como el profesor Charles M. Eastman, del Georgia Tech Institute of Technology, quien es considerado el primero quien difundió la opinión como ejemplar como referencia de conocimiento sobre la construcción, el cual llega a ser semejantes al BIM, en un principio de la década de los 70 en muchos artículos académicos, así como libros.

A pesar de esto salió un consenso que lo vuelve común sobre de que Jerry Laiserin quien al final llegó ser quien difunda algo así como una palabra general con la descripción computarizada sobre la elaboración de construcción con la finalidad de combinar, así como inter operacionalizar conocimiento sobre el formato digital. A pesar de que hoy en día es brindada de proveedores los cuales tienen diversidades de tecnologías por una variedad, así como: Nemetschek, Sigma Design, Autodesk, StruCad de AceCad Software, BentleySystems, Graphisoft, ACCA software, sds/2 por Design Data (cabecillas sobre la ingeniería detallada (líder en ingeniería de detalle), CADDetails,

Dlupal Software, estos a diferencia de los anteriores, con el criterio de BIM, en la posición de arquitectura y la elaboración, muestran diversas alternativas sobre las plataformas, así como software con la finalidad de su abastecimiento.

En 1978 se llega a mostrar la cual es considerada como la primera versión sobre la Sigma Graphics, elaborada por Sigma Design International, de Alexandria, Louisiana, quienes después de denominan como ARRIS CAD para el año 1984: sobre un ambiente

totalmente dirigido para la arquitectura y la edificación.

Por ello el software ha sido elaborada con la finalidad de ambientes multitareas, así como UNIX/XENIX en la actualidad es empleada a través de los sistemas operativos de Windows. (Retete, 2016)

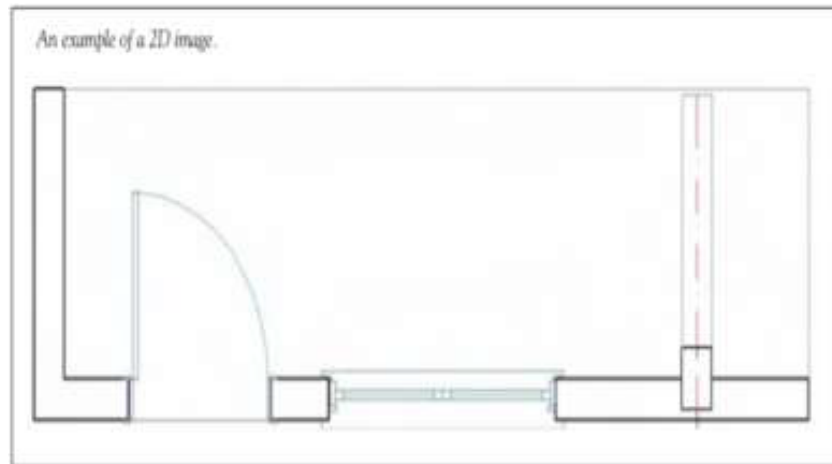


Figura 2. Ejemplo de BIM, imagen de 2D.

Fuente: See 2007

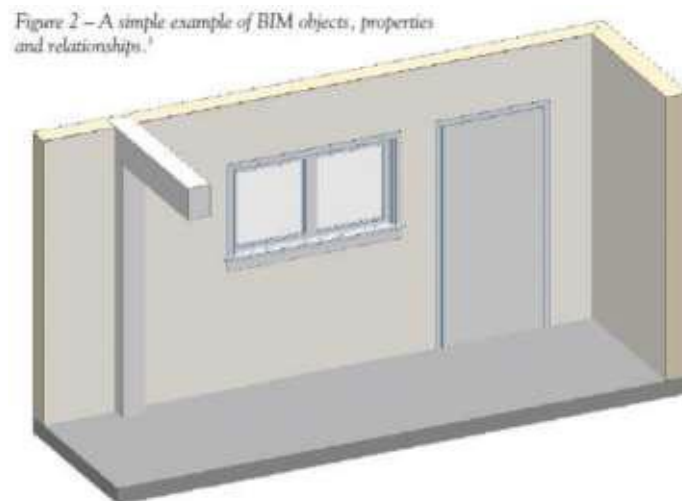


Figura 3. Ejemplo de BIM, imagen 3D.

Fuente: See 2007

2.2.1.2. ¿Qué no es BIM?

Con el desarrollo de la tecnología han surgido nuevas herramientas digitales que presentan funciones similares a las que ofrece BIM; sin embargo, pese a estas similitudes, no pueden ser consideradas como

parte de esta metodología. Es importante aclarar que dichas aplicaciones suelen generar confusión, pero no cumplen con las características fundamentales del Building Information Modeling (Farfan & Chavil, 2016). Estas herramientas se limitan a la visualización tridimensional, sin incorporar información o atributos propios de los elementos constructivos. Entre sus principales limitaciones destacan:

- ✓ Modelos sin capacidad de reacción al diseño: permiten proponer ciertos objetivos del proyecto, pero carecen de inteligencia paramétrica, lo que impide que se mantenga coherencia ante modificaciones, pudiendo generar errores en la interpretación o en el proceso constructivo.
- ✓ Modelos compuestos por múltiples archivos 2D o CAD independientes: requieren integrarse manualmente para lograr una representación del proyecto, lo que no garantiza precisión en la visualización ni facilita la gestión de los objetos constructivos o su información asociada.
- ✓ Modelos con actualizaciones parciales: si se modifica un elemento en una vista, esta no se refleja automáticamente en las demás, ocasionando inconsistencias difíciles de identificar y que incrementan la posibilidad de errores durante el diseño y la obra.



Figura 4. Comparación del BIM

Fuente: BIM Management.

2.2.1.3. Tipos

El desarrollo tecnológico de las herramientas digitales ha evolucionado de manera significativa a nivel internacional, incorporando funciones que buscan acercarse a las capacidades que ofrece el Building Information Modeling (BIM). Gracias a estas innovaciones, los softwares adquieren nuevas posibilidades para gestionar datos y procesar información de manera más eficiente.

En este contexto, es importante mencionar que el trabajo en BIM puede abordarse mediante diferentes dimensiones: 1D, 2D, 3D, 4D, 5D, 6D y 7D. Estas dimensiones representan las etapas del ciclo de vida del proyecto, que inicia con su concepción y culmina con la demolición — o, de ser viable, la reutilización de sus materiales—. Cada dimensión añade un nivel adicional de información que permite una gestión más completa del proyecto durante todo su desarrollo.

A continuación, se presenta una descripción general de estas dimensiones, con el propósito de clarificar su significado y resolver posibles dudas en torno a su aplicación en proyectos BIM.

- 1D = La idea:

Se inicia con una idea-una vivienda, por ejemplo- así con esto precisamos el escenario inicial, ubicación, prosiguen a realizar las primeras estimaciones-superficies, volumetría y costes-; planteando así un propósito de ejecución establecemos el plan de realización, etc.

- 2D = El boceto:

Se estudia y dispone al software con la finalidad de labrar; proyectamos los implementos; puntualizamos las cargas estructurales y energéticas; e instituimos las bases para la sustentabilidad del proyecto.

- 3D = Modelo de información del edificio:

Partiendo de los datos recaudados se realiza un modelo 3D el cual se toma como sustento para todo el periodo de ejecución

sobre el proyecto. Siendo en demasía sobre el remplazo gráfico sobre la primera opción.

Este ejemplar 3D no se considera solo como visual, sin embargo, añade el total de datos que este requiere con la finalidad de apoyar las fases que continúan, dimensiones - BIM.

- 4D = Tiempo:

Sobre esta manera lograríamos puntualizar las etapas proyecto, planteando su desarrollo momentáneo; del mismo modo elaborar semejanzas de factores momentáneas-periodo de vida, sol, viento, energía, etc.

- 5D = Coste:

Esta dimensión trata de los costos con el cálculo de egresos sobre el proyecto. Este principal objetivo sobre la dimensión optimizando el rendimiento sobre el proyecto.

- 6D = Simulación:

De cuando en cuando nombrada Green BIM o BIM verde, es simular las probables opciones sobre el proyecto con la finalidad llegara a la opción más precisa. Así como en general previas a colocar el primer ladrillo.

- 7D = Manual de instrucciones:

Se llegaría a considerar como el manual al que se debe regir todo el desarrollo del proyecto, posterior a estar establecido para emplear y dar el mantenimiento sobre el mismo por ello se considera como inspecciones, reparaciones, mantenimientos, etc.

Debemos tener en consideración que en el proceso del periodo de ejecución de la obra.

Un dato muy importante a tener en cuenta es que, durante todo

el ciclo de vida del proyecto, a partir de inicio a final considerando el reciclaje produciéndose un método continuo sobre retroinformación con esto se refiere a que a que el ejemplar del BIM este se va cambiando consecutivamente la cual evolucionará a tal punto que los cualquier, momento realidad y modelo son semejantes. (Bintool, 2021)

2.2.1.4. Marco para la implementación BIM

Según Ulloa y Salinas (2013) en este punto hacen mención que este marco admite que los participantes los cuales son las que forman parte de la industria de la construcción, así como la operación (AECO) lleguen a comprender sobre el lugar de actividad sobre el BIM, con los procesos de activación, así como las metas a las que deberá llegar puesta en funcionamiento.

- Campos BIM:

El software BIM son integrados con los 3 campos las cuales son: tecnología, procesos y políticas. Estos tres campos cuentan con sus propios requerimientos, entregables, así como integrantes.

- Tecnología:

Estas llegan a ser las que generan los equipos de aplicación para diseñar, software, ejecución sobre la instalación y construcción.

- Procesos:

Conlleva a vincularse con un conjunto de personas (propietarios, arquitectos, ingenieros, contratistas, etc.) quienes estarán encargados sobre el proyecto.

- Políticas:

El conjunto de personas las cuales cumplen un rol contractual, regulatorios y preparatorios en los procesos de diseño, construcción y operaciones. Estas llegan a desenvolverse en las empresas de seguro, centros de investigación, instituciones educativas y organismos reguladores. Estos campos interactúan

mediante transferencia de información y relaciones contractuales; asimismo, se traslapan debido a que comparten involucrados y entregables.

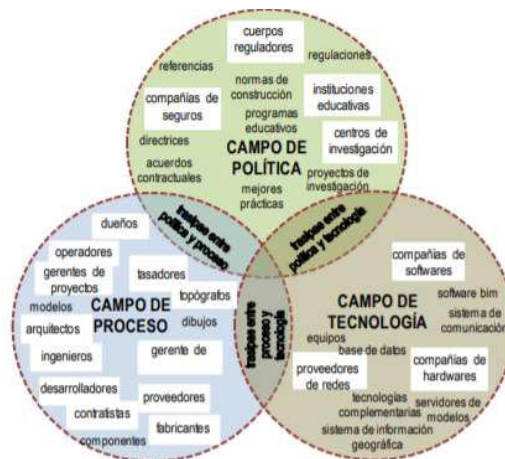


Figura 5. Los tres campos entrelazados de la actividad BIM

Fuente: Succer 2008

2.2.1.5. Aplicaciones del BIM en la industria de la construcción

Farfan & Chavil (2016) señalan que la colaboración entre todos los participantes del proyecto es el elemento determinante para lograr una implementación exitosa de BIM. Esto implica la participación coordinada del cliente, diseñadores, contratistas, subcontratistas y proveedores, asegurando que la información circule libremente entre ellos para aprovechar al máximo los beneficios del modelado y gestión digital.

Este intercambio de datos varía según la etapa del ciclo de vida del proyecto, aplicándose en diferentes áreas clave. Entre las principales aplicaciones de BIM se encuentran:

- Visualización del proyecto
- Desarrollo del diseño
- Simulación y análisis del comportamiento del proyecto
- Evaluación de costos del ciclo de vida
- Detección y prevención de interferencias o inconsistencias
- Metrados y estimación de cantidades
- Planificación de medidas de seguridad
- Procura de materiales y equipos

- Planificación de la ejecución (4D)
- Gestión de la cadena de suministro
- Coordinación logística
- Administración y operación de instalaciones
- Diseño basado en modelos inteligentes
- Gestión y control de documentación técnica

La valía de BIM durante la etapa de diseño o ingeniería se denota en el proyecto pues de este se debe desprender calidad e innovación.

“El BIM permite visualizar el modelo del proyecto, modelar la constructibilidad, cuantificar metrados, integrar el modelo con la planificación de obra (4D), integrar el modelo con el costo (5D), elaborar una secuencia constructiva y logística, mejorar la efectividad de la ingeniería de valor, planificar la seguridad, entre otros”.

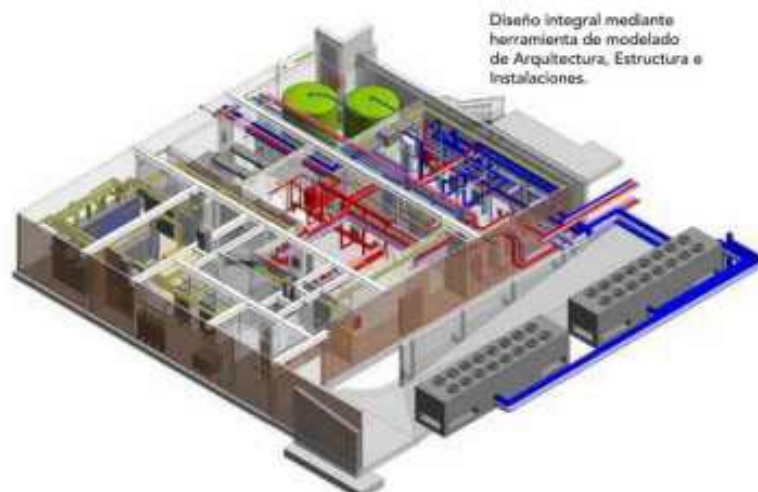


Figura 6: Aplicación del BIM

Fuente: ETSIE 2010

2.2.1.6. Beneficios

En el contexto actual del Perú, uno de los beneficios más evidentes de la aplicación de la metodología BIM en proyectos de construcción es la disminución de interferencias y errores derivados de la falta de coherencia entre los planos. Esta mejora en la coordinación contribuye a una ejecución más eficiente y con menor retrabajo.

A continuación, se presentan los beneficios más destacados que brinda la implementación de BIM durante las fases de diseño, ingeniería y construcción.



Figura 7. Beneficios del BIM

Fuente: BIM HR

A. Durante la etapa de diseño/ingeniería.

- ✓ “Permite el diseño colaborativo y técnicas constructivas”.
- ✓ “Permite el diseño colaborativo y técnicas constructivas”.
- ✓ “Incrementa la comunicación entre clientes, especialidades, constructores y proveedores”.
- ✓ “Mejora la información compartida entre los stakeholders”.
- ✓ “Facilita la toma de decisiones en el diseño de las especialidades”.
- ✓ “Reduce cantidad de RFI’s y órdenes de cambio”.
- ✓ “Agiliza la evaluación de escenarios “What if””.
- ✓ “Agiliza la reacción a los cambios de diseño”.
- ✓ “Agiliza la generación de planos 2D más exactos y consistentes”.
- ✓ “Obtención de costos estimados”.
- ✓ “Permite la fijación de precios de las modificaciones en tiempo

real”.

- ✓ “Agiliza la productividad de staff debido a la facilidad de obtención de información”.
- ✓ “Analiza el sistema de la edificación (flujo de aire, edificación sostenible, modelamiento de energía, etc.)”.
- ✓ “Mejora la visualización de la edificación para diseñadores, constructores y clientes/propietarios”.
- ✓ “Permite trasladar la “Revisión de Plano/Permiso” desde los planos a un medio Electrónico”.

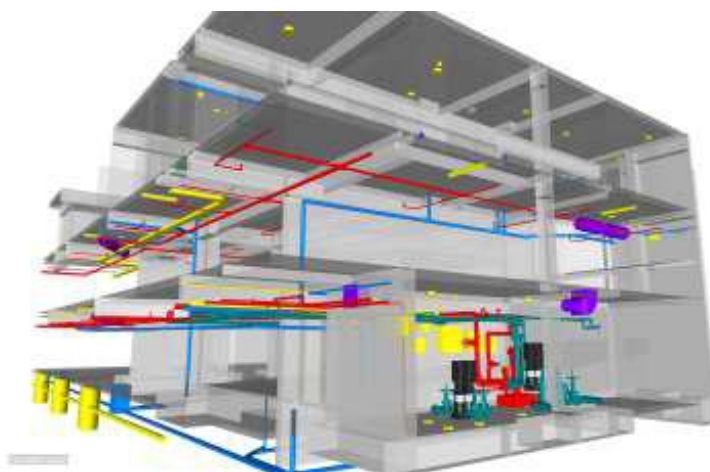


Figura 8. Etapas del diseño

Fuente: Todo 3D

B. Durante la etapa de construcción.

Considerando estas optimizaciones las cuales se llegan a observar en el proceso del proyecto:

- ✓ “Permite tener la visualización virtual y completa de la edificación”.
- ✓ “Permite buscar técnicas y secuencias constructivas”.
- ✓ “Clarifica el riesgo del proyecto (permite reducir riesgos)”.
- ✓ “Reduce conflictos y errores en documentos contractuales”.

- ✓ “Agiliza detección de conflictos y evita re-trabajos”.
- ✓ “Permite trabajar con condiciones térmicas y acústicas”.
- ✓ “Reduce cantidad de RFI’s y órdenes de cambio”.
- ✓ “Reduce costos de construcción”.
- ✓ “Agiliza la productividad de staff debido a la facilidad de obtención de información”.
- ✓ “Mejora la comprensión del personal obrero respecto de las labores diarias”.



Figura 9. Proceso constructivo en un modelo BIM

Fuente: ETSIE 2010

2.2.1.7. Adopción del BIM en entorno nacional

Según el gerente peruano de Autodesk, Alejandro De León, dice que “muchas empresas ya tienen las herramientas tecnológicas, y ahora el nuevo desafío es que las organizaciones adopten la metodología BIM en todas las fases del desarrollo de sus proyectos.”

En el Perú, Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) viene fomentando el empleo del BIM mediante charlas y capacitaciones por profesionales reconocidos, tanto nacionales como extranjeros, con la finalidad de difundir y promover los beneficios de implementar BIM y

las nuevas formas de trabajo y cambios en la organización para que la implementación de esta nueva metodología sea exitosa.

Empresas como COSAPI, Graña y Montero, Marcan, entre otras, están cada vez adquiriendo mayor experiencia y ganando conocimientos con el empleo de BIM en sus proyectos.



Figura 10. BIM en el Perú.

Fuente: IBuildBIM

2.2.2. Autodesk Revit y el modelamiento en BIM

Autodesk Revit es una plataforma BIM especializada para la creación de modelos digitales de edificios que integran elementos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones (MEP). A diferencia de los programas de dibujo tradicional en 2D, Revit permite generar un modelo tridimensional paramétrico que se comporta como una base de datos inteligente de todo el proyecto.

Según Eastman et al. (2011), Revit permite no solo representar visualmente un edificio, sino también registrar sus características físicas, materiales, relaciones espaciales, fases constructivas y cronogramas, ofreciendo una visión integral del proyecto desde su concepción.

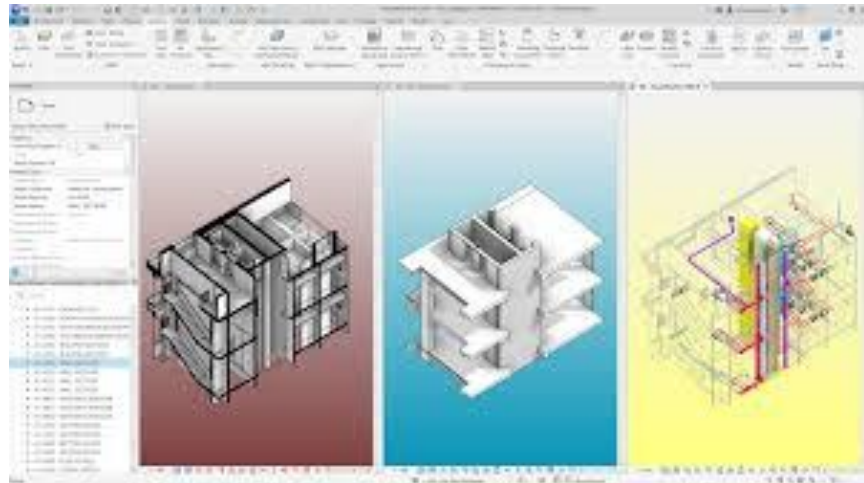


Figura 11. Modelo 3D arquitectónico generado en Revit

Fuente: Autodesk Revit – Funciones

2.2.2.1. Modelado paramétrico

El modelado en Revit se basa en el uso de familias paramétricas, que son objetos con propiedades configurables (muros, ventanas, columnas, puertas, mobiliario, etc.). Estas familias permiten una alta flexibilidad, ya que cualquier modificación en una vista del modelo (planta, corte, fachada) se actualiza automáticamente en todo el proyecto.

Esto genera coherencia y reduce errores en los documentos técnicos, facilitando la revisión y validación del diseño por parte de los distintos actores del proyecto.

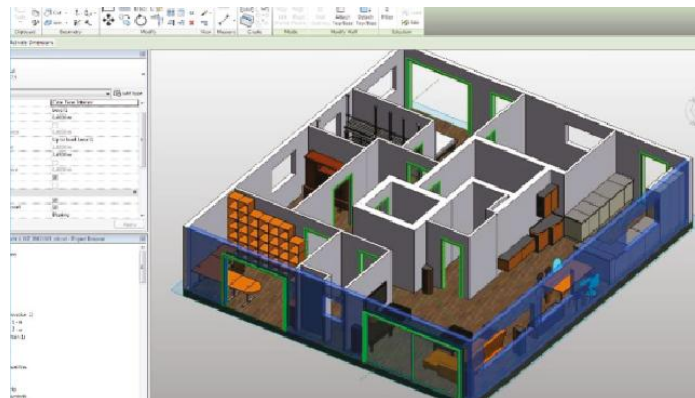


Figura 12. Ejemplo de modelado paramétrico.

Fuente: Autodesk

2.2.2.2. Modelado multidisciplinario

Revit dispone de módulos especializados:

- Revit Architecture: para diseño arquitectónico, modelado de espacios, fachadas y distribución de ambientes.
- Revit Structure: para el diseño de elementos estructurales como columnas, vigas, placas, cimentaciones y refuerzos.
- Revit MEP: para el diseño de instalaciones eléctricas, sanitarias, mecánicas, ventilación, gas, entre otros.

Esta capacidad de trabajar de forma integrada y simultánea entre disciplinas es clave para evitar conflictos técnicos y asegurar la viabilidad del diseño.

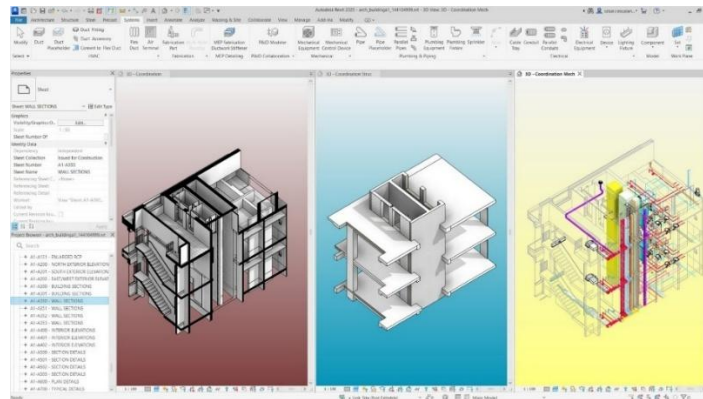


Figura 13. Coordinación multidisciplinaria en Revit.

Fuente: Autodesk

2.2.2.3. Aplicaciones en la planificación

En la etapa de planificación, Revit se emplea para:

- Generar estudios de volumetría y ocupación del terreno.
- Evaluar alternativas de diseño conceptual.
- Planificar fases constructivas a través del modelado por etapas.
- Definir requerimientos espaciales según normativas técnicas o programas arquitectónicos.

Además, se puede vincular con herramientas como Navisworks o

Synchro 4D para generar simulaciones de ejecución en el tiempo.



Figura 14. Planificación de fases en Revit.

Fuente: Autodesk

2.2.2.4. Documentación automatizada

Uno de los mayores beneficios del uso de Revit es la generación automática de planos, cortes, elevaciones y metrados a partir del modelo. Esto garantiza que toda la documentación esté coordinada y reduce significativamente el tiempo dedicado a tareas repetitivas, mejorando la productividad del equipo de diseño.

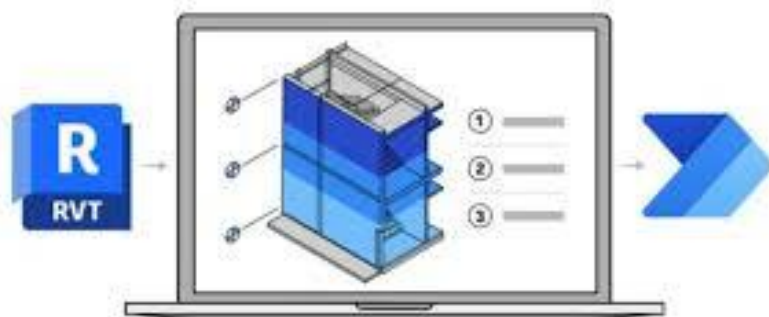


Figura 15. Documentación automatizada en Revit.

Fuente: Autodesk

2.2.2.5. Revit como base del entorno común de datos (CDE)

En entornos colaborativos, Revit puede integrarse con plataformas como Autodesk Construction Cloud (antes BIM 360) para permitir que todos los participantes del proyecto trabajen en un modelo compartido.

Esto fomenta la trazabilidad de cambios, el control de versiones y la comunicación eficiente entre arquitectos, ingenieros, proyectistas y gestores de obra.

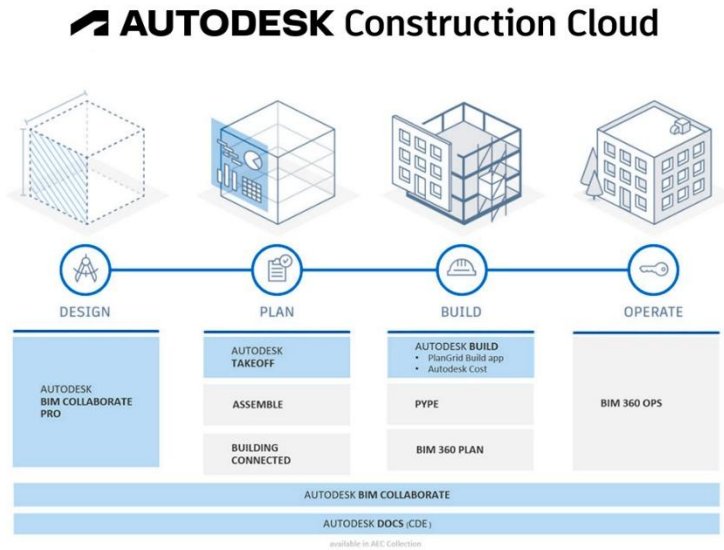


Figura 16: Revit integrado en el Entorno Común de Datos.

Fuente: Autodesk

2.2.3. Lean Construction

Lean Construction se origina como una adaptación del enfoque Lean Production, trasladando sus principios al ámbito de la construcción. Lean Production, desarrollado por la reconocida empresa automotriz Toyota, se basa en una filosofía de gestión orientada a disminuir desperdicios y maximizar el valor entregado al cliente. A partir de este éxito industrial, sus fundamentos fueron ajustados para aplicarse en proyectos de edificación e infraestructura, enfocándose en optimizar procesos, eliminar actividades que no generan valor y mejorar la eficiencia en toda la cadena productiva del sector construcción.

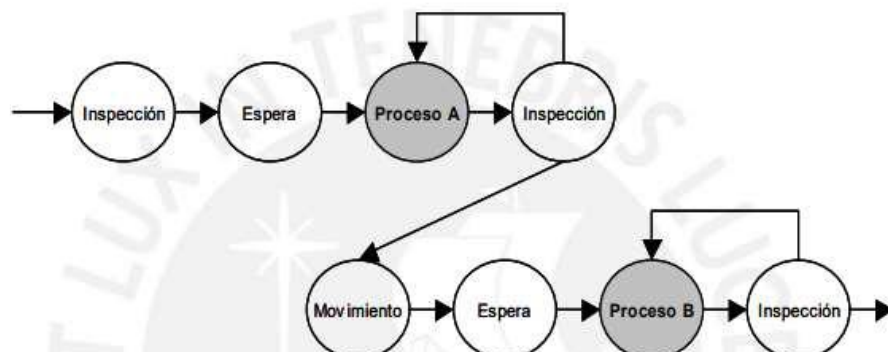


Figura 17. La producción como un flujo de procesos.

Fuente: Vasquez Ayala (2006)

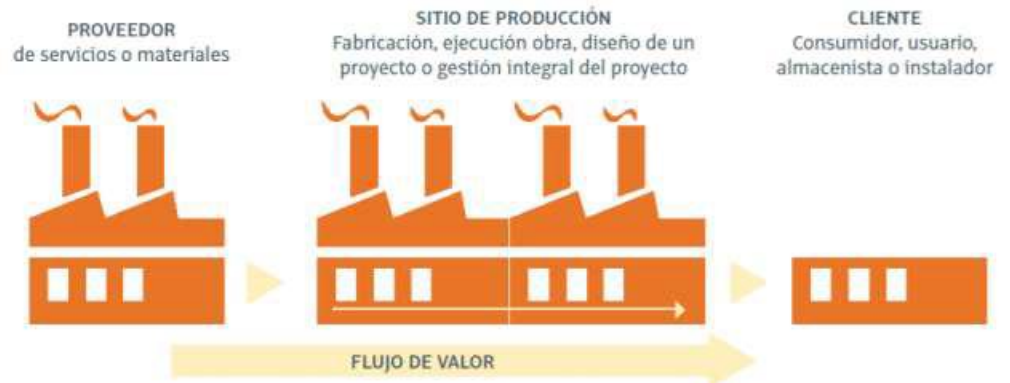


Figura 18. Flujo de valor de la Producción

Fuente: Achell Pons (2014)

Aunque este enfoque fue concebido inicialmente para procesos de manufactura, su aplicación se extendió al sector construcción, logrando incrementar la eficiencia y fiabilidad en la ejecución de proyectos, lo que ha favorecido su uso cada vez más amplio dentro de la industria.

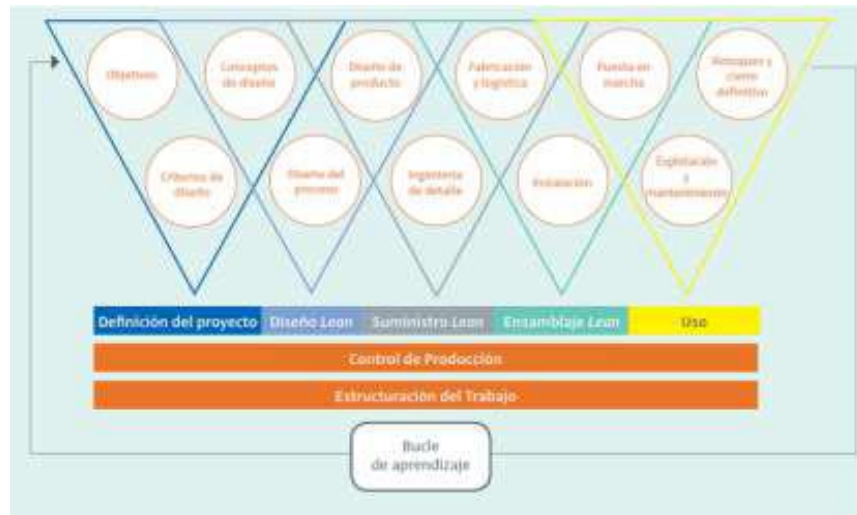


Figura 19. Lean Project Delivery System

Fuente: Achell Pons (2014)

En Lean Construction, la construcción es concebida como un flujo continuo de actividades y no únicamente como la transformación de materiales. Bajo esta perspectiva, el objetivo principal es eliminar cualquier tipo de pérdida que afecte la eficiencia del proceso constructivo, ya que estas generan gran parte del consumo de recursos, tiempo y esfuerzos durante la producción en obra.

Dentro de esta metodología se identifican siete tipos de pérdidas que deben ser controladas para optimizar el desempeño del proyecto:

- ✓ Sobreproducción
- ✓ Tiempos de espera
- ✓ Movilización y transporte innecesario
- ✓ Procesos o actividades que no agregan valor
- ✓ Exceso de inventario o almacenamiento
- ✓ Movimientos innecesarios del personal o equipos
- ✓ Reprocesos o defectos en el trabajo ejecutado

2.2.3.1. Herramientas

De los tres enfoques antes mencionados, se han visto reflejados en diversas herramientas, no necesariamente creadas para Lean, como se ve en lo siguiente:



Figura 20. Herramientas de Lean Construction

Fuente: Achell Pons (2014)

2.2.4. Last Planner System

El último planificador, es un sistema de control en obra a espacios de tiempo pequeños y manejables. Es útil para reducir la incertidumbre de las actividades, pues involucra a los ejecutantes directos (capataz, encargado y jefe de la obra). Con la finalidad de asegurar un flujo de trabajo predecible debido a que se encuentran inmersos en cada actividad producida. La finalidad del método de trabajo LPS es el de incorporar un elemento de control de la producción al sistema tradicional de gestión de proyectos, para ello forma un inventario de

trabajo, incluíble en los planes de trabajo, que determina lo que se hará. Como podemos ver en la siguiente figura (Achell Pons, Formación de las tareas en el proceso de LPS, 2014).



Figura 21. Formación de las tareas en el proceso de LPS

Fuente: Achell Pons (2014)

2.2.4.1. Aplicación en obra

El sistema Last Planner se ha convertido en una de las herramientas de uso común y riguroso de empresas constructora, esto se da, porque permite validez y confiabilidad en los resultados. Es decir, se basa en un sistema de producción sin pérdidas, obteniéndose determinados ritmos de trabajo mejorando la productividad en cada acción.

Para que funcione este sistema se debe reconocer al recurso humano, informarles a través de reuniones a ingenieros y maestros de obra quienes representan la cabecera en la construcción, a partir de ello presentarles el plan general de trabajo y sectorización, así también la planificación intermedia y restricciones mostrándoles los beneficios que obtendrán como lo es la fluidez del trabajo.

2.2.5. Sinergia de Bim y Lean Construction

El sistema Last Planner es la herramienta más importante del Lean Construction, se hace mención que la planificación debe realizarse a pie de obra juntos con los ingenieros, maestros de obras, contratistas y otros de forma

continua, más no en oficina. Mientras tanto el BIM reduce el tiempo de desfase entre cada fase del proyecto, asimismo la mejora de la eficiencia del diseño multidisciplinario mejorando la comunicación.

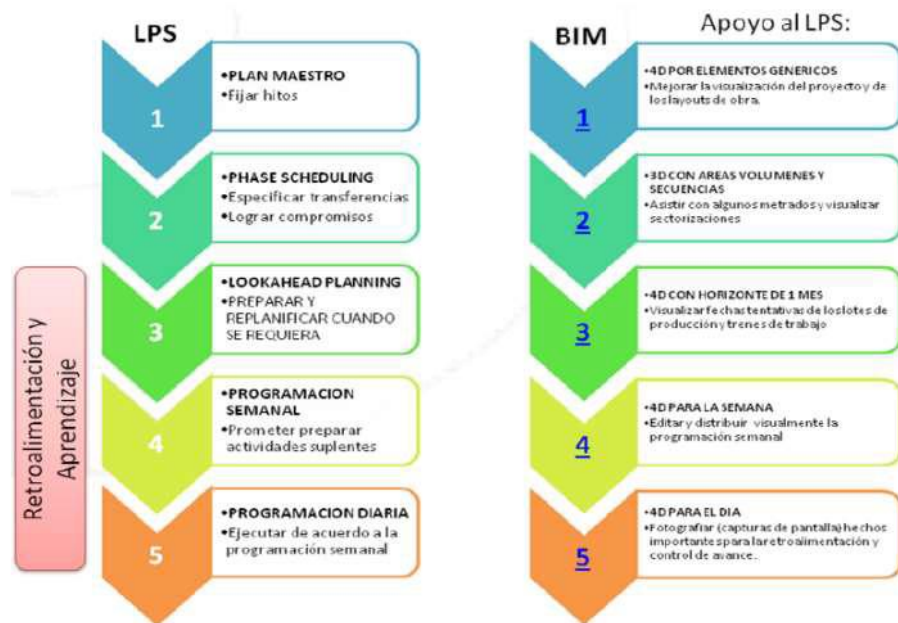


Figura 22. Aplicación LPS y BIM

Fuente: Achell Pons (2014)

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo o alcance de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

Para cumplir con el objetivo de identificar los usos BIM aplicados en la fase de planificación y diseño, se empleará el método científico como eje metodológico central. Este enfoque proporciona una estructura ordenada para el desarrollo de la investigación, ya que contempla la definición del problema, la formulación de hipótesis, la obtención y análisis de información, así como la interpretación de los hallazgos para sustentar conclusiones basadas en evidencia objetiva (Rish, 2019). Gracias a ello, se garantiza una evaluación precisa y fundamentada del fenómeno de estudio.

3.1.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que busca dar solución a un problema concreto relacionado con la planificación y diseño de un proyecto de edificación multifamiliar, mediante la implementación de la metodología BIM. Este tipo de estudio se caracteriza por utilizar conocimientos teóricos para intervenir en una realidad específica y mejorarla a través de propuestas prácticas. Según Hernández et. al. (2014), la investigación aplicada “busca conocer para hacer, para actuar, para construir o modificar algo”. En este caso, se emplean guías, herramientas y procedimientos propios del entorno BIM con el fin de identificar los usos más adecuados y mejorar la eficiencia técnica del proyecto.

3.1.3. Alcance de la investigación

El alcance de la investigación es de tipo descriptivo, ya que se centra en detallar de manera objetiva los procedimientos aplicados para la identificación de los usos BIM correspondientes a la fase de planificación y diseño de una edificación multifamiliar. Este tipo de alcance permite caracterizar fenómenos o procesos con precisión, sin manipular variables ni establecer relaciones causales. De acuerdo con Sampieri et. al. (2014), la investigación descriptiva "busca especificar las propiedades, características y rasgos importantes de

cualquier fenómeno que se analice". En ese sentido, el estudio se orienta a describir cómo se aplican los usos BIM y qué aportes generan en la etapa inicial del proyecto.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación para este estudio será no experimental de corte transversal, ya que no se realizará la manipulación ni alteración de variables para evaluar su comportamiento o influencia sobre la otra y se realizará el proyecto en una misma línea de tiempo.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población:

La investigación sobre la identificación de los usos BIM en fase de planificación y diseño, tendrá como población todos los proyectos de edificación en Huancayo.

3.3.2. Muestra:

El tipo de muestra es no probabilística.

La muestra corresponde a una edificación de 8 pisos en la ciudad de Huancayo.



Figura 23. Imagen satelital

Fuente: Google Earth 2025

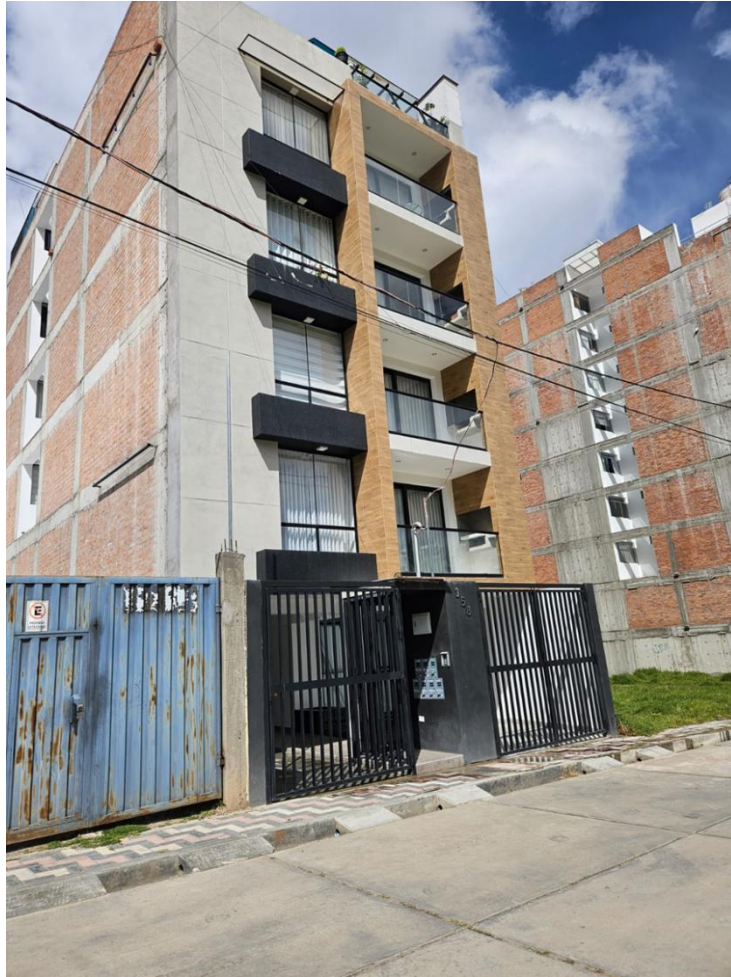


Figura 24. vista de la edificación

Fuente: Propia

a) Coordenadas:

12°02'51.83" S 75°11'30.59" O

3.4. Materiales y métodos

Para la realización del proyecto se emplearán materiales que estén relacionados con softwares que permitan el uso de la metodología BIM, como Autodesk Revit, SketchUp, etc. Se desarrollarán los modelos correspondientes en base a los usos BIM y las dimensiones correspondientes, tomando como referencia la Guía Nacional BIM Perú vigente a la fecha, partiendo como tal de la planificación del proyecto, realizar un Plan de Ejecución BIM que detalle los estándares, responsabilidades y procedimientos a seguir, complementando a los modelos de información a emplear en las distintas disciplinas que conforma dicho proyecto de edificación.

CAPÍTULO IV:

RESULTADOS

En el presente capítulo no se han considerado técnicas avanzadas de procesamiento de datos ni pruebas de confiabilidad y validez estadística debido a la naturaleza del estudio. La investigación se centró en la implementación e identificación de usos BIM en la fase de planificación y diseño de una edificación, donde el objetivo principal fue evidenciar los beneficios prácticos de herramientas como el modelado 3D, la extracción de cantidades y la gestión de documentación. Los resultados se sustentan en la percepción de un grupo definido de profesionales del staff técnico ($n = 25$), cuyos aportes permiten describir tendencias y valoraciones cualitativas y cuantitativas básicas, sin pretender una generalización estadística de los hallazgos. Por esta razón, aplicar pruebas de confiabilidad y validez no resultaría pertinente, ya que el alcance de la investigación no se orienta a validar instrumentos estadísticos, sino a ilustrar de manera aplicada cómo los usos BIM contribuyen a mejorar la coordinación, reducir errores y optimizar tiempos en proyectos de edificación.

4.1. Identificación de usos BIM en las fases de planificación y diseño

En la fase de planificación y diseño del proyecto de edificación multifamiliar de seis pisos en Huancayo, se implementaron diversos usos BIM en conformidad con la Guía Nacional BIM del Perú, empleando Autodesk Revit, como herramienta principal. El modelado 3D de arquitectura permitió desarrollar una representación detallada del proyecto, mejorando la comprensión espacial y reduciendo errores de interpretación de planos 2D. A partir de este modelo, se generaron metrados automáticos (Quantification), lo que permitió una estimación precisa de materiales desde etapas tempranas, reduciendo errores de cálculo. Además, se automatizó la generación de documentación técnica, como planos de planta, cortes y elevaciones, asegurando consistencia gráfica y trazabilidad de cambios. Estos usos fueron seleccionados por su capacidad de mejorar la calidad técnica del diseño, agilizar la producción de planos y facilitar la coordinación interdisciplinaria desde las primeras etapas del proyecto.

4.1.1. Modelado 3D de arquitectura

Se desarrolló un modelo tridimensional detallado de la arquitectura de la edificación empleando Autodesk Revit. Esta representación incluyó todos los elementos del diseño arquitectónico: muros, losas, techos, vanos, acabados y componentes estructurales visibles. El modelado permitió obtener una

visualización integral del proyecto, facilitando la interpretación del diseño y mejorando la toma de decisiones durante su desarrollo.

Este uso fue considerado fundamental ya que proporciona una base digital precisa del proyecto, reduce errores de interpretación de planos 2D y permite una mejor coordinación entre el equipo de diseño. Además, el modelo sirvió como punto de partida para futuras especialidades e instancias del ciclo de vida del proyecto.

4.1.2. Modelado extracción de cantidades (Quantification)

Desde el modelo arquitectónico desarrollado en Revit se generaron listados automáticos de cantidades de elementos como muros, puertas, ventanas, pisos y techos. Estos metrados permitieron estimar con mayor precisión los recursos necesarios para la fase constructiva.

La posibilidad de obtener cantidades directamente del modelo 3D representó una ventaja frente a los métodos tradicionales, reduciendo el margen de error en cálculos manuales y facilitando una estimación más confiable de materiales desde etapas tempranas del proyecto.

4.1.3. Gestión de la documentación (Planos automáticos)

A partir del modelo arquitectónico se generaron automáticamente planos de planta, cortes y elevaciones, garantizando coherencia entre todas las vistas del proyecto. Cualquier modificación realizada en el modelo se reflejaba de forma inmediata en la documentación gráfica, asegurando consistencia y evitando duplicidad de esfuerzos.

Este uso fue clave para optimizar tiempos de producción de planos y minimizar omisiones o discrepancias entre vistas. Además, mejoró el control de versiones y la trazabilidad de los cambios durante el proceso de diseño.

Tabla 2. Usos BIM identificados en las fases de planificación y diseño

Uso BIM	Software utilizado	Aplicación específica	Justificación
Modelado 3D de Arquitectura	Revit	Representación digital del diseño arquitectónico	Mejora de visualización, coordinación y precisión técnica
Extracción de Cantidades	Revit	Metrado automático de elementos arquitectónicos	Estimación precisa de materiales y reducción de errores en presupuestación
Gestión de la Documentación	Revit	Generación de planos de planta, elevaciones y cortes	Coherencia documental, trazabilidad de cambios y ahorro de tiempo en diseño

4.2. Variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM

La implementación efectiva de los usos BIM en la fase de diseño estuvo influenciada por variables clave como el nivel de detalle (LOD) adecuado, la estandarización de procesos conforme a la Guía Nacional BIM, la capacidad técnica del equipo y la colaboración interdisciplinaria. Entre las herramientas aplicadas destacaron Autodesk Revit para modelado 3D y metrados, Navisworks Manage para detección de interferencias y simulación 4D, y MS Project como herramienta de planificación temporal. La interoperabilidad entre estas plataformas permitió una gestión integrada del diseño, presupuesto y programación del proyecto, alineándose con estudios previos como los de Pineda et al. (2021) y Castillo y Ramos (2023), quienes destacaron mejoras en la precisión presupuestal y la reducción de errores en fases de diseño.

- **Variables relevantes:**
 - ✓ Nivel de detalle (LOD) adecuado para cada fase del proyecto
 - ✓ Estandarización de procesos y nomenclaturas según la Guía Nacional BIM
 - ✓ Capacitación y experiencia del equipo en herramientas BIM
 - ✓ Colaboración y comunicación efectiva entre las disciplinas involucradas
- **Herramientas de gestión de proyectos:**

- ✓ Uso de software como Autodesk Revit para modelado y Navisworks para coordinación y detección de interferencias.
- ✓ Implementación de plataformas colaborativas para la gestión de información y documentación del proyecto.
- ✓ Aplicación de metodologías ágiles para la planificación y seguimiento de tareas.

Tabla 3. *Variables y Herramientas Relevantes en la Implementación de BIM*

Variable/Herramienta	Descripción
Nivel de Detalle (LOD)	Grado de precisión y desarrollo del modelo BIM
Estandarización de Procesos	Uso de normas y guías para uniformizar procedimientos
Capacitación del Equipo	Formación en herramientas BIM y metodologías asociadas
Colaboración Interdisciplinaria	Comunicación efectiva entre las diferentes especialidades
Autodesk Revit	Software principal para modelado 3D
Navisworks	Herramienta para detección de interferencias y planificación 4D
Plataformas Colaborativas	Sistemas para gestión de información y documentación

4.3. Técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valoradas por el Staff de obra

Los resultados obtenidos de encuestas y entrevistas al staff técnico reflejan que herramientas como el modelado 3D integrado, la detección temprana de interferencias y la planificación 4D fueron altamente valoradas por su capacidad de anticipar errores antes de la ejecución. Un 92% de los encuestados reconocieron que la implementación de BIM facilitó la coordinación entre especialidades y redujo los reprocesos. Estas valoraciones coinciden con investigaciones como las de Ortega y López (2022) y

Salazar et al. (2020), quienes evidenciaron una mejora en la resolución de conflictos y una reducción significativa de cambios durante la construcción, gracias al uso anticipado de modelos federados y simulaciones virtuales.

- **Modelado 3D integrado:** Facilitó la comprensión del proyecto en su totalidad y mejoró la comunicación entre los diferentes actores.
- **Detección temprana de interferencias:** Permitió resolver conflictos antes de la ejecución, evitando retrabajos y sobrecostos.
- **Planificación 4D:** Ayudó a visualizar el avance del proyecto en el tiempo y a identificar posibles cuellos de botella en la programación.

Tabla 4. *Herramientas valoradas por el Staff de obra*

Herramienta/Técnica	Beneficio percibido
Modelado 3D Integrado	Mejora en la comprensión y comunicación del proyecto
Detección de Interferencias	Reducción de errores y retrabajos
Planificación 4D	Visualización del avance y optimización del cronograma

4.4. Esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados en el proyecto

Se diseñó un esquema conceptual que integró los principales usos BIM aplicados en las fases de planificación y diseño con los factores críticos del éxito del proyecto: tiempo, costo, calidad, coordinación interdisciplinaria y eficiencia técnica. El modelo conceptual definió tres bloques: Entradas, como requisitos del proyecto, estándares y capacidades técnicas del equipo; Procesos, que incluyeron modelado 3D, planificación 4D y detección de interferencias; y salidas, como documentación técnica coordinada y cronogramas optimizados. Este esquema sirvió como guía práctica para implementar BIM, facilitando su comprensión y aplicación por parte del equipo de diseño. Estudios como los de Ríos et al. (2023) y Álvarez y Cárdenas (2021) respaldan este tipo de modelos al destacar su utilidad para vincular visualmente los usos BIM con los objetivos del proyecto y mejorar la toma de decisiones.

- **Entrada:**

- ✓ Requisitos del proyecto, estándares BIM, capacidades del equipo
- **Procesos:**
 - ✓ Modelado 3D de las especialidades
 - ✓ Detección y resolución de interferencias
 - ✓ Planificación 4D del cronograma de obra
- **Salidas:**
 - ✓ Documentación técnica coordinada y precisa
 - ✓ Cronograma optimizado y realista

Este esquema sirvió como guía para la implementación de BIM en las fases de planificación y diseño, asegurando una transición eficiente hacia la etapa de construcción.

4.5. Valoración de herramientas BIM

Los resultados indican que el modelado 3D alcanzó el mayor nivel de aceptación con un 92%, seguido por la detección de interferencias con 88%, y finalmente la planificación 4D con 80%. Estos porcentajes reflejan que el personal reconoce principalmente la utilidad de los modelos tridimensionales para comprender el diseño y anticipar errores, así como la importancia de identificar colisiones entre especialidades antes de la ejecución. No obstante, la menor valoración de la planificación 4D evidencia la necesidad de fortalecer la capacitación en el uso de simulaciones de tiempo y secuencia constructiva, dado que aún no es un recurso totalmente interiorizado en la práctica del equipo técnico.

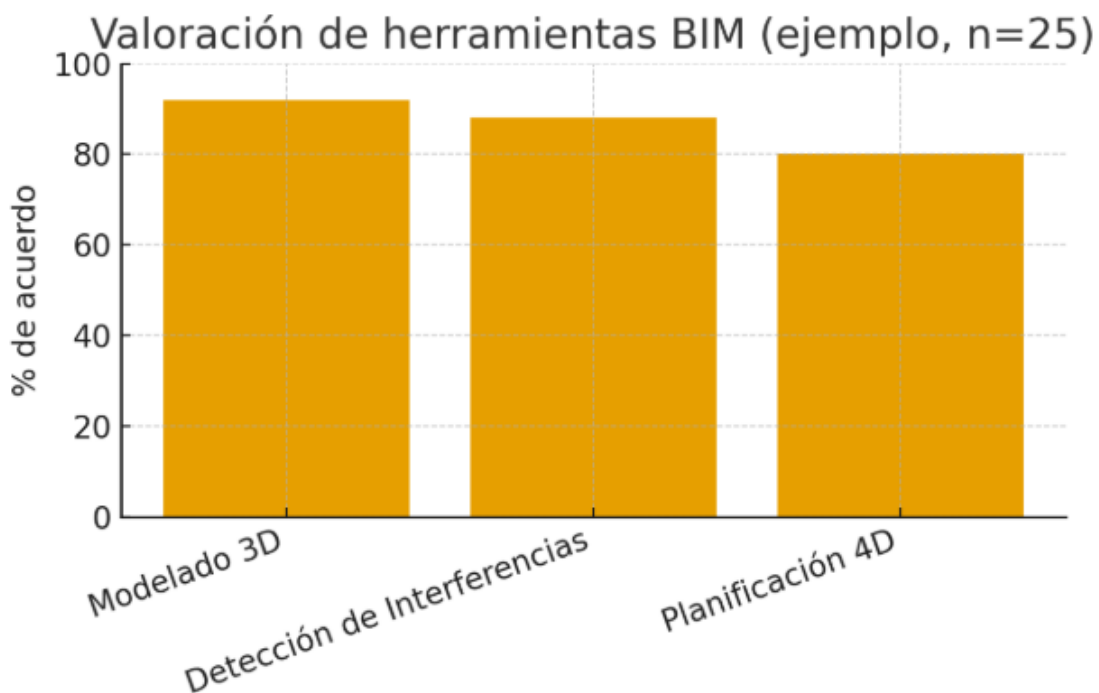


Figura 25. Valoración de herramientas BIM

Fuente: Propia

CAPÍTULO V:

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación tuvo como objetivo principal proponer un plan de identificación de usos BIM en las fases de planificación y diseño del proyecto de una edificación multifamiliar de seis pisos en la ciudad de Huancayo, con la finalidad de mejorar la gestión y ejecución del proyecto, anticipándose a los problemas comunes que aquejan a la industria de la construcción en el Perú.

5.1. Discusión respecto al problema general

En relación con el problema general, sobre los usos BIM en las fases de planificación y diseño de un proyecto de edificación multifamiliar en Huancayo, los resultados muestran que la aplicación estructurada de los usos BIM, tales como el modelado 3D, la planificación 4D y el costeo 5D, mejora significativamente la eficiencia técnica del proyecto, facilitando una mayor coordinación entre disciplinas y una mejor visualización del proyecto previo a su ejecución. En este sentido, Muñoz et al. (2022), en Bogotá, demostraron que el uso de estos mismos procesos permitió reducir en un 30% los errores de diseño, mientras que Navarro (2021), en ciudad de México, encontró que la planificación con BIM permitió cumplir plazos al detectar interferencias tempranas. Estos hallazgos coinciden con el presente estudio, donde la implementación de Revit y Navisworks permitió anticipar conflictos técnicos, enlazar cronogramas y presupuestos al modelo tridimensional, y alinear la planificación con los objetivos estratégicos del proyecto.

5.2. Discusión sobre los objetivos y problemas específicos

5.2.1. Variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM

Respecto a la identificación de variables y herramientas relevantes para la gestión del proyecto mediante BIM, los resultados indican que Autodesk Revit, Navisworks Manage y MS Project fueron esenciales para integrar modelado, programación y presupuestos, lo cual permitió una gestión técnica eficiente en la etapa de diseño. Esta conclusión se ve respaldada por Pineda et al. (2021), quienes en Medellín lograron mejorar la precisión presupuestal mediante la integración de programación 4D y costeo 5D. Del mismo modo, Castillo y Ramos (2023), en Lima, confirmaron que el uso combinado de Revit con Cost-

It permitió reducir desviaciones presupuestales durante la etapa de diseño. Estos resultados evidencian que las herramientas utilizadas en esta investigación aportaron no solo en precisión técnica sino también en una mejor visualización del avance del proyecto.

5.2.2. Técnicas de gestión e identificación de problemas valoradas por el staff de obra

Respecto al análisis de técnicas de gestión de proyectos y la identificación de problemas valoradas por el staff técnico, se evidenció que el 92% de los encuestados reconocen que el uso de entornos BIM facilitó la detección anticipada de errores de diseño, minimizando los reprocesos y asegurando una mayor coordinación interdisciplinaria. Esta percepción coincide con Ortega y López (2022), quienes en Quito encontraron que la implementación de BIM en etapas tempranas redujo los tiempos de resolución de conflictos en obra en un 40%. Asimismo, Salazar et al. (2020), en Santiago, comprobaron que la coordinación con modelos federados permitió reducir en un 25% los cambios durante la ejecución. Por tanto, los hallazgos de este estudio confirman que las técnicas aplicadas en entornos BIM no solo son valoradas, sino que tienen impacto directo en la calidad técnica previa a la obra.

5.2.3. Esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados

En cuanto al esquema conceptual propuesto en esta investigación, este permitió establecer una relación clara entre los usos BIM implementados (3D, 4D, 5D) y los factores críticos de éxito como tiempo, costo y calidad, sirviendo como una guía estructurada para optimizar la gestión de proyectos desde el diseño. Esta propuesta se alinea con lo observado por Ríos et al. (2023) en Buenos Aires, donde se aplicó una matriz para vincular usos BIM con indicadores de rendimiento, logrando mayor eficiencia en obras públicas. De igual modo, Álvarez y Cárdenas (2021), en Medellín, demostraron que el mapeo visual de usos BIM fortaleció la toma de decisiones en proyectos residenciales. Por tanto, el presente estudio corrobora que un esquema bien estructurado mejora la comprensión del flujo técnico y promueve una adopción más eficaz del entorno BIM entre los involucrados del proyecto.

CONCLUSIONES

1. La identificación de los usos BIM en la fase de planificación y diseño de la edificación multifamiliar de seis pisos permitió evidenciar que su implementación contribuye a una mayor eficiencia técnica y organizativa, ya que mejora la detección de interferencias, reduce los sobrecostos y facilita la integración entre especialidades; este hallazgo coincide con lo señalado por Álvarez y Cárdenas (2021) en Colombia, quienes demostraron que el uso de BIM en etapas tempranas reduce la incertidumbre constructiva, aportando a esta tesis una base sólida para fomentar el uso de BIM como herramienta estratégica de gestión.
2. Se identificaron usos BIM clave como la planificación 4D, cuantificación 5D, revisión de diseño y coordinación interdisciplinaria, los cuales fueron seleccionados por su relevancia técnica en edificaciones de mediana altura; esta selección responde al primer objetivo específico y está en línea con el estudio de Ríos et al. (2023) en Argentina, quienes determinaron que un uso focalizado de las herramientas BIM permite optimizar la calidad del diseño y anticipar errores, aportando a la tesis un enfoque práctico y replicable.
3. El análisis de los factores que influyen en la identificación de usos BIM reveló que el nivel de capacitación, la disponibilidad de software como Revit y Cost-It, y el soporte institucional son determinantes para una implementación efectiva; esto se vincula con el segundo objetivo específico y con lo señalado por López et al. (2022) en Chile, quienes destacan que el éxito del BIM depende de factores humanos y tecnológicos, aportando a esta investigación un marco para el diagnóstico institucional.
4. La propuesta metodológica basada en la identificación de usos BIM permitió construir un esquema funcional aplicable a proyectos similares, lo cual responde al tercer objetivo específico y se relaciona con la Guía Nacional BIM Perú (2021), que sugiere adaptar los usos BIM a las condiciones de cada obra; este resultado aporta a la tesis una herramienta que puede ser replicada en otros contextos regionales con similares características técnicas y organizacionales.

RECOMENDACIONES

1. Incorporar desde la fase de planificación un plan estructurado de identificación de usos BIM, priorizando aquellos que favorezcan la coordinación temprana entre especialidades y la optimización de los recursos disponibles, lo que responde al objetivo general y se alinea con las buenas prácticas sugeridas por la literatura internacional.
2. A fin de cumplir con el primer objetivo específico, se recomienda evaluar técnica y operativamente el uso de herramientas como Revit y Cost-It para los usos BIM seleccionados, asegurando su compatibilidad con el tipo de proyecto y los requerimientos de diseño, como también lo aplicó Ríos et al. (2023) en su experiencia en proyectos de vivienda multifamiliar.
3. En función del segundo objetivo específico, se sugiere implementar programas de capacitación técnica permanente y generar protocolos internos para el uso de los modelos BIM, tal como lo proponen López et al. (2022), quienes demostraron que el fortalecimiento de capacidades técnicas mejora la adopción tecnológica en el sector construcción.
4. Se recomienda adoptar el esquema funcional propuesto en esta tesis como guía base para futuras edificaciones similares, adaptándolo según las condiciones del proyecto y utilizando la experiencia documentada en esta investigación como punto de partida para la mejora continua, aportando así a una gestión más ordenada y efectiva del diseño arquitectónico y estructural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BOHORQUEZ, H. A. Implementación de la metodología BIM en el diseño de las instalaciones sanitarias de un condominio multifamiliar de 15 niveles y 3 sótanos ubicado en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero-Arequipa. 2022.
2. CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA. Informe sobre obras paralizadas en el Perú. Lima: Contraloría General de la República. 2019.
3. CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA. Reporte de obras públicas en ejecución y paralizadas. Lima: Contraloría General de la República. 2023.
4. DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DE INVERSIONES (DGPMI). Diagnóstico Nacional BIM 2021. Ministerio de Economía y Finanzas, Perú.
5. FERNANDEZ, L. G. Implementación BIM para la gestión del diseño en un proyecto de edificación multifamiliar. 2021.
6. FLOREZ, D. G. Interacción entre BIM y Lean Construction analizadas en proyectos de edificación. 2020.
7. GIRALDO, J. D. Propuesta para la implementación de la metodología BIM en el desarrollo de nuevos proyectos de infraestructura en la policía nacional de Colombia. 2020.
8. GUERRERO, L. J., & MONTALVÁN, D. A. Diseño de un edificio multifamiliar con la metodología BIM, para detectar las interferencias, Tarapoto – 2021.
9. HERNÁNDEZ, D. C., et al. Implementación de la metodología BIM para la empresa W&D obras y servicios SAS, en la postulación de proyecto de infraestructura educativa. 2020.
10. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., Y BAPTISTA, P. Metodología de la investigación (6.ª ed.). México D.F.: McGraw-Hill. 2014.
11. INSTITUTO DE INFRAESTRUCTURA INSTITUCIONAL Y GESTIÓN (IIG). Ejecución de inversiones públicas en infraestructura 2006–2019. Lima: IIG. 2020.
12. JULCAMORO, P. M. Implementación de la metodología Bim con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del Gobierno Regional de Cajamarca– 2018. 2019.
13. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (MEF). Plan BIM Perú 2021–2030. Lima: MEF. 2021.
14. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DEL PERÚ (MVCS). Guía Nacional BIM Perú. Lima: MVCS. 2023.
15. OSCE. Informe de proyectos y contrataciones públicas en ejecución. Lima: Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado. 2023.

16. PONS, J. F., et al. Lean Construction. Las 10 claves del éxito para su implantación. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España (CGATE). 2021.
17. RUIZ-CONEJO, H. Propuesta de mejora de la gestión visual y de la comunicación en la etapa de diseño, basada en el uso de herramientas BIM y VDC. 2020.
18. SAMPIERI, R., COLLADO, C., Y LUCIO, P. Metodología de la investigación (6.^a ed.). México D.F.: McGraw-Hill. 2014.
19. SANCHEZ, J. H., RIVAS, A. F., Y OTT, J. P. Diseño y modelación de proyectos en dos y tres dimensiones con la metodología BIM (Building Information Modeling) soportado en herramienta AUTODESK REVIT. 2020.
20. SEGUNDO, C. C. Proceso de diseño estructural con la metodología BIM en la etapa de planificación de un proyecto en una edificación multifamiliar de seis niveles y un semisótano ubicado en el distrito de Ate Vitarte – Provincia y departamento de Lima. 2021.
21. SILVA, J. D., Y VENEGAS, S. R. Metodología BIM aplicada a la remodelación de proyectos de vivienda de interés social. 2023.
22. SOTO, K. E. Implementación visual del sistema Last Planner mediante el modelado BIM en la ejecución del proyecto: Centro Comercial La Estación. 2020.
23. VERA, C. Aplicación de la metodología BIM a un proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial. Modelo BIM 5D Costes. 2022.

ANEXOS

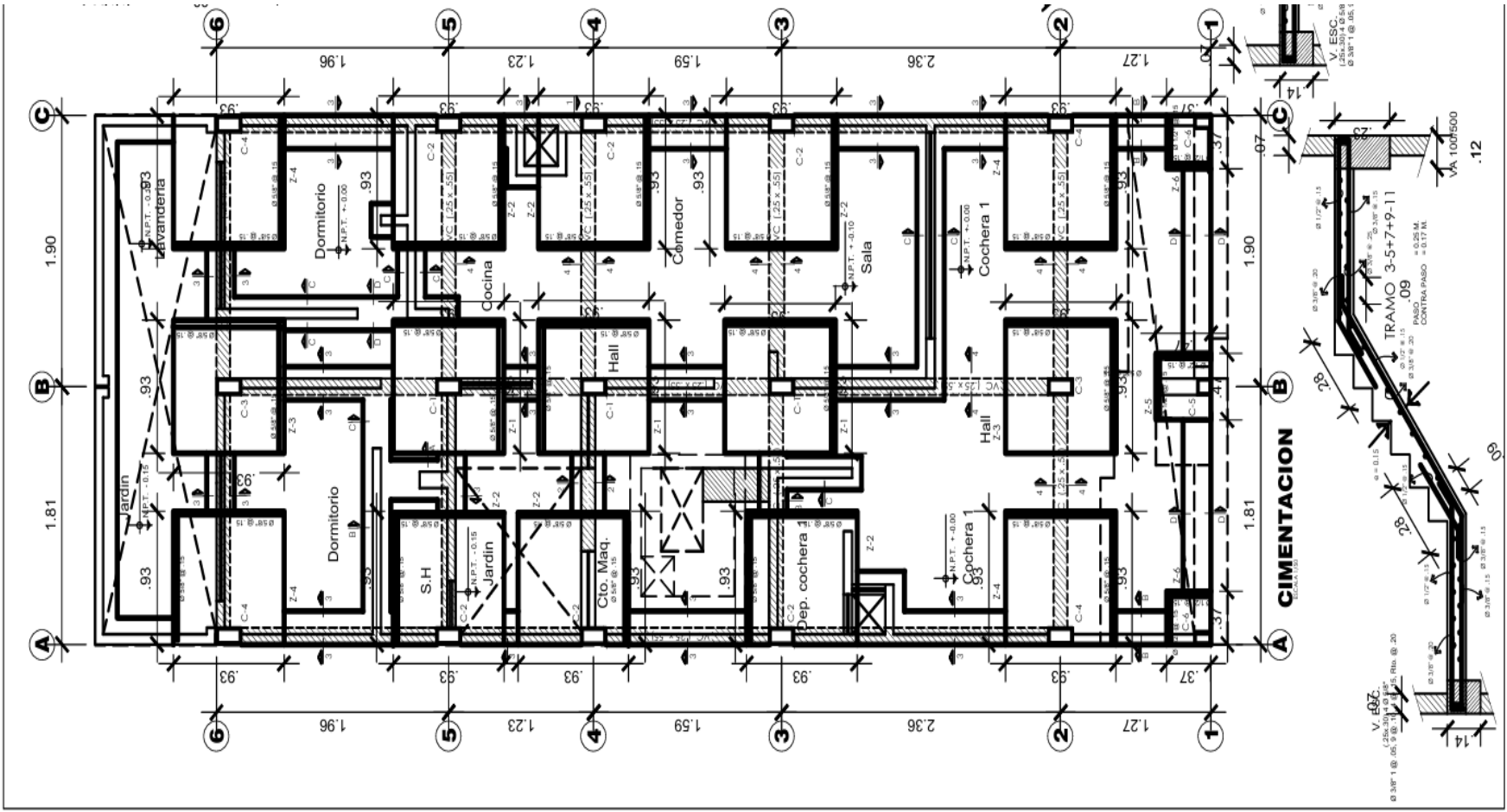
ANEXO 01: Matriz de consistencia

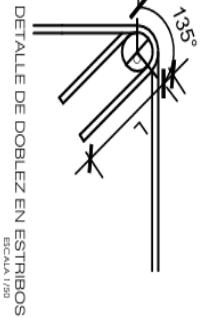
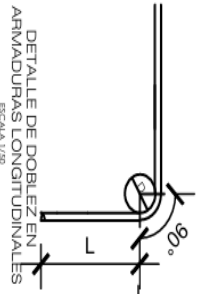
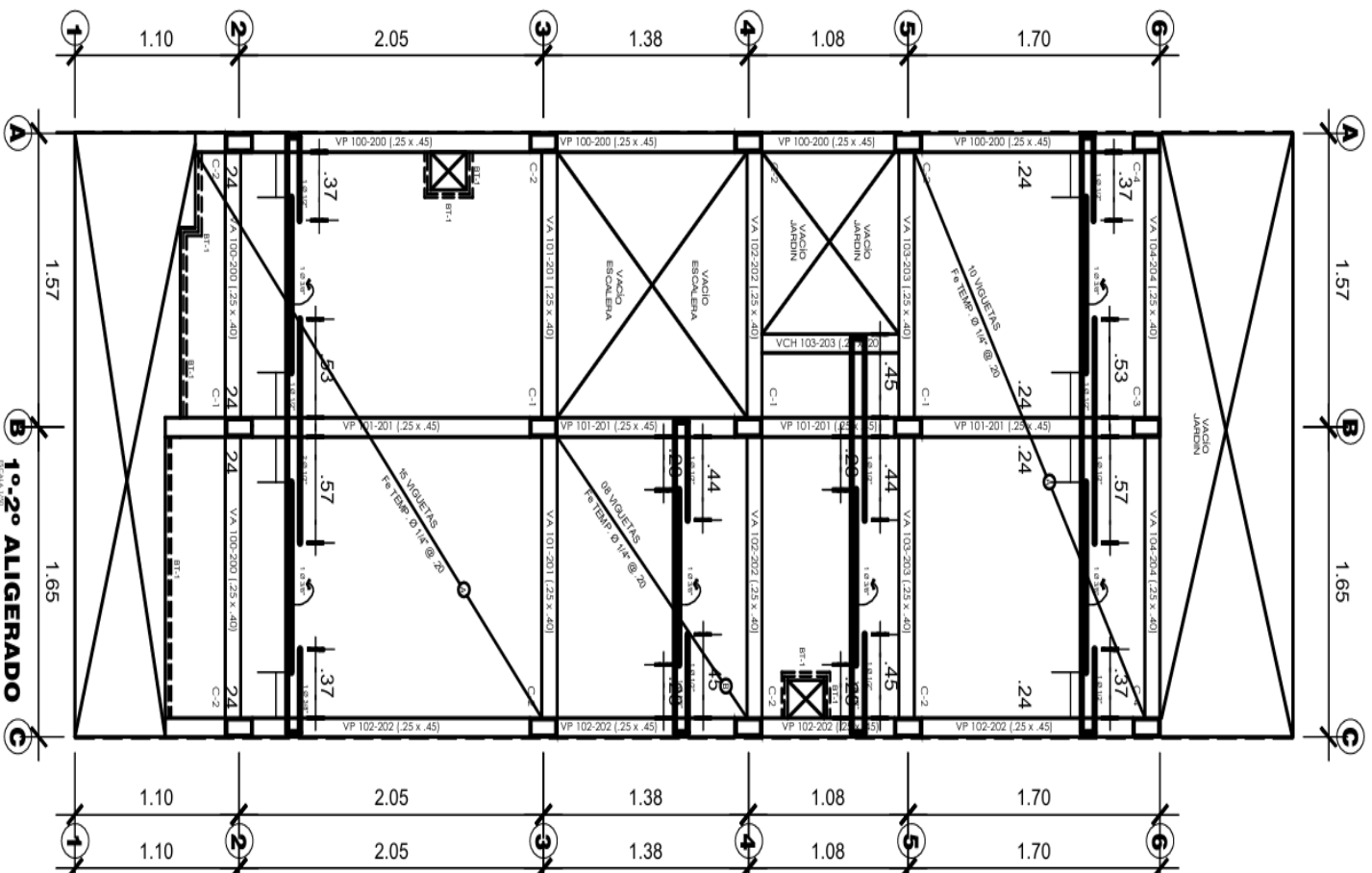
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V1		Método: Científico Tipo: Aplicada Diseño: No experimental, de corte transversal POBLACION: Proyectos de edificación en Huancayo MUESTRA: Una edificación multifamiliar de 06 pisos. TECNICAS E INSTRUMENTOS : Técnicas: revisión bibliográfica, guía nacional BIM. Instrumentos: Softwares (Excel, Word, Revit, etc),
¿Cuáles son los usos BIM en las fases de Planificación y Diseño del proyecto de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024?	Proponer un plan de identificación de usos BIM en las fases de Planificación y Diseño del proyecto de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.	El plan de identificación de usos BIM en las fases de Planificación y Diseño, mejorará la gestión y ejecución del proyecto de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.	Usos BIM	Usos BIM establecidos en la Guía Nacional BIM: Uso 1 al 16.	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	V2	INDICADORES	
¿Cuáles serán las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM para aplicarlos durante las fases de Planificación y Diseño del proyecto de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024?	Determinar las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM para aplicarlos durante las fases de Planificación y Diseño del proyecto de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.	Al identificar las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM en las fases de Planificación y Diseño del proyecto permitirá mejorar la gestión y ejecución de una Edificación de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.	Fase de planificación y diseño de una edificación	Presupuesto del proyecto	
¿Cuáles serán las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra del proyecto de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024?	<input type="checkbox"/> Determinar las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra del proyecto de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.	Al determinar las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra, se logrará mejorarla gestión y ejecución de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.		Planos y modelos BIM	
¿Cómo sería un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados en el proyecto de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024?	<input type="checkbox"/> Desarrollar un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados en el proyecto de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.	<input type="checkbox"/> Al desarrollar un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados, permitirá mejorar la gestión del proyecto de una Edificación Multifamiliar de 06 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.		Metrajes y estimaciones de costos	

ANEXO 02: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Variable 1: <i>Usos BIM.</i>	Los usos BIM comprenden las aplicaciones específicas de la metodología BIM dentro de los procesos de un proyecto, los cuales pueden ser organizados, orientados y vinculados a cada etapa del ciclo de inversión para optimizar la gestión del proyecto (adaptado de Guía Nacional BIM, 2023).	Identificar y seleccionar los usos BIM más relevantes para asegurar una adecuada gestión y ejecución del proyecto de edificación de seis niveles.	Usos BIM establecidos en la Guía Nacional BIM: Uso 1 al 16.
Variable 2: <i>Fase de planificación y diseño de una edificación</i>	La fase de planificación considera la definición de etapas constructivas y la organización técnica del proyecto. Por su parte, el diseño involucra el desarrollo de sistemas constructivos y soluciones que permitan mejorar la eficiencia del proceso edificatorio (adaptado de Guía Nacional BIM, 2023).	Elaborar los modelos BIM, así como determinar cantidades, costos y lineamientos técnicos correspondientes a la fase de planificación y diseño del proyecto.	- Presupuesto del proyecto
			- Planos y modelos BIM
			- Metrajes y estimaciones de costos

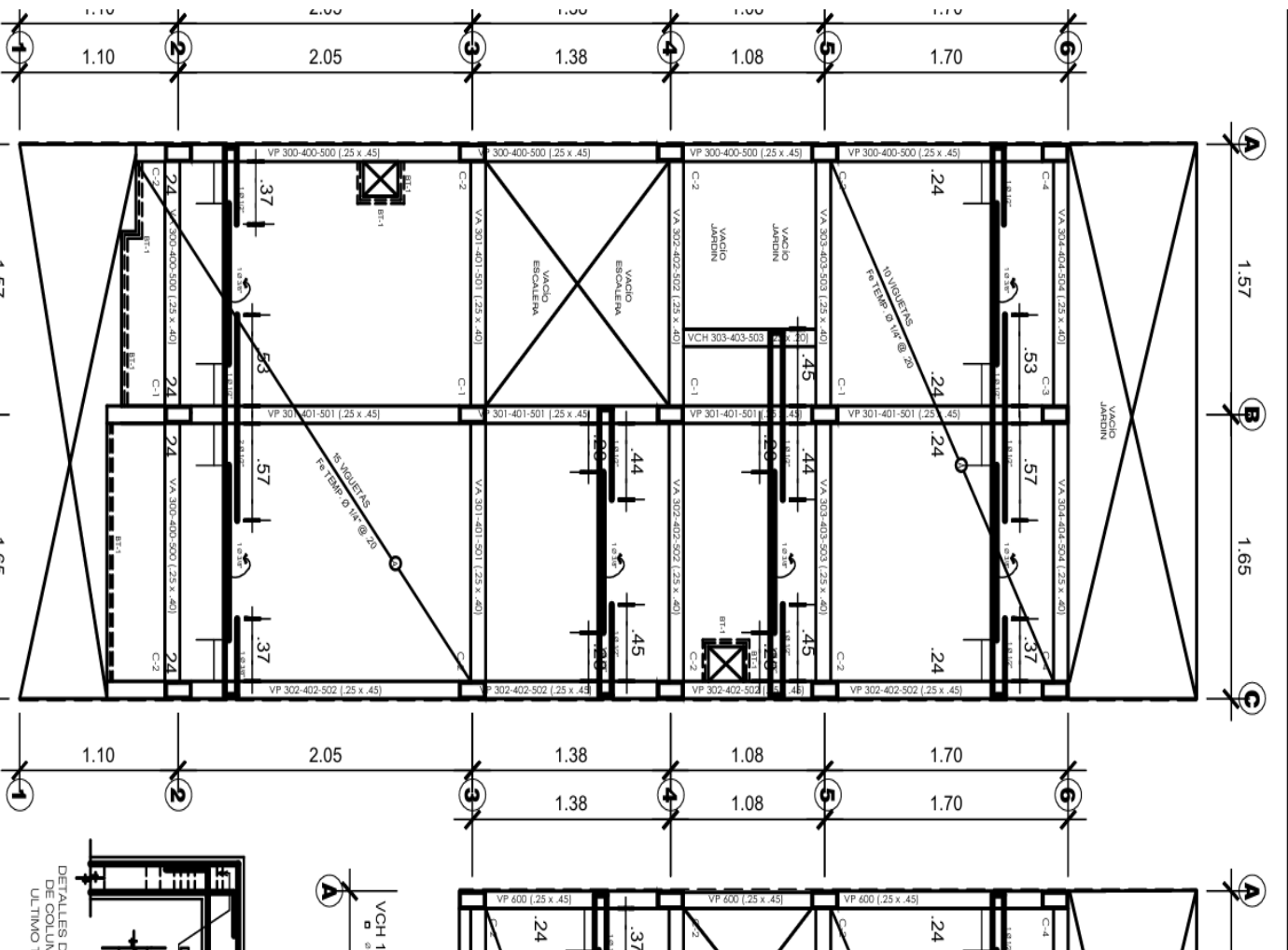
ANEXO 03: Planos estructurales



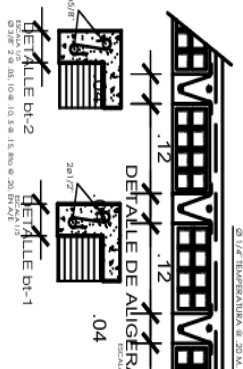


CANTIDAD PARA DOBLES			
ARMADURAS LONGITUDINALES			
DIAMETRO	D (cm)	L (cm)	
1.4	4.00	10.00	
3.8	6.00	15.00	
1.2	8.00	20.00	
5.8	10.00	25.00	

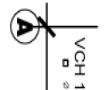
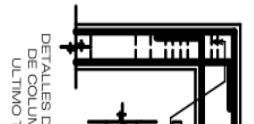
MATERIALES	
CONCRETO	CONCRETO
ESTRIBOS	ESTRIBOS
ARMADURAS	ARMADURAS
RENDIMIENTO	RENDIMIENTO
ACEROS	ACEROS
CONCRETO	CONCRETO
ESTRIBOS	ESTRIBOS
ARMADURAS	ARMADURAS
RENDIMIENTO	RENDIMIENTO
ACEROS	ACEROS
CONCRETO	CONCRETO
ESTRIBOS	ESTRIBOS
ARMADURAS	ARMADURAS
RENDIMIENTO	RENDIMIENTO
ACEROS	ACEROS

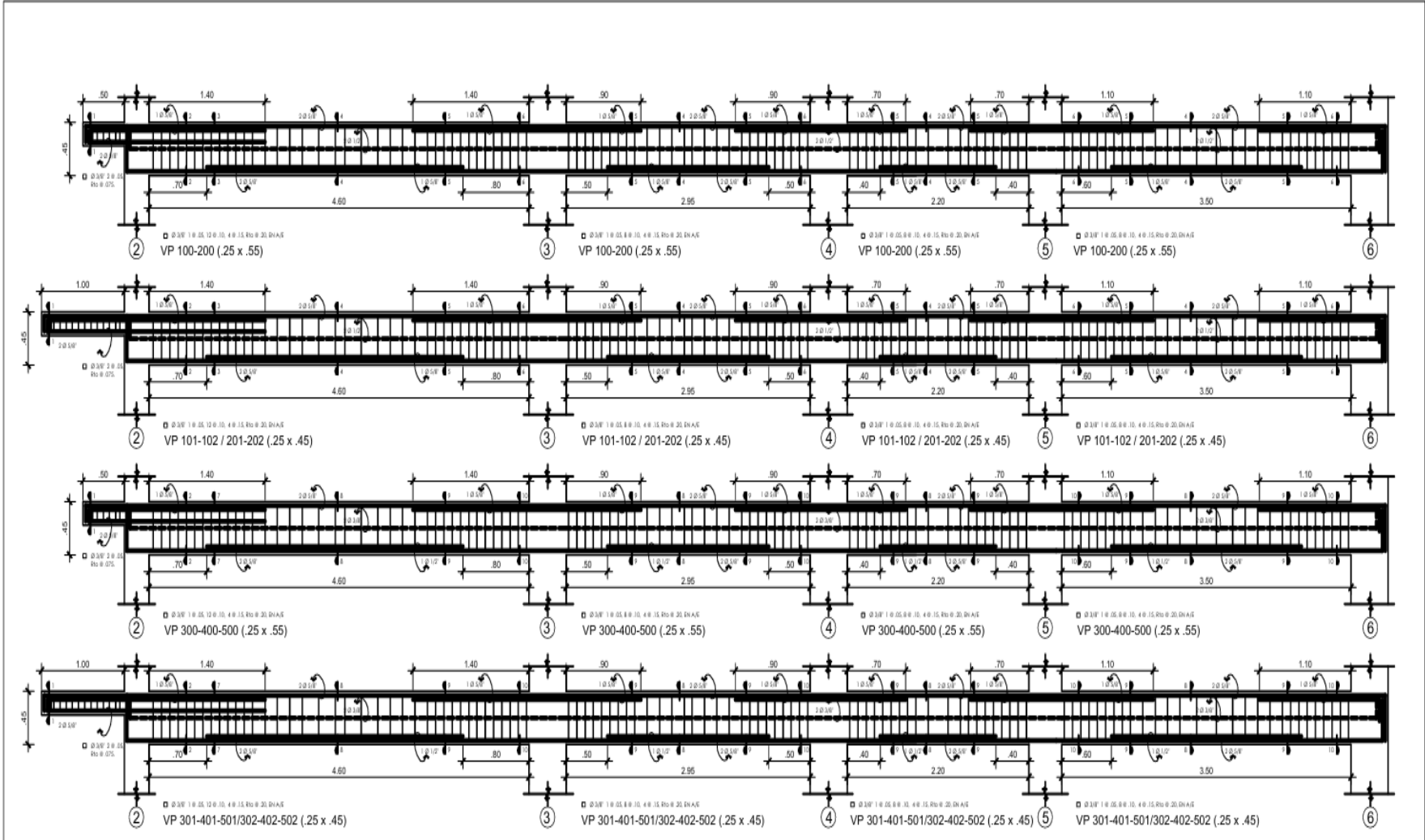


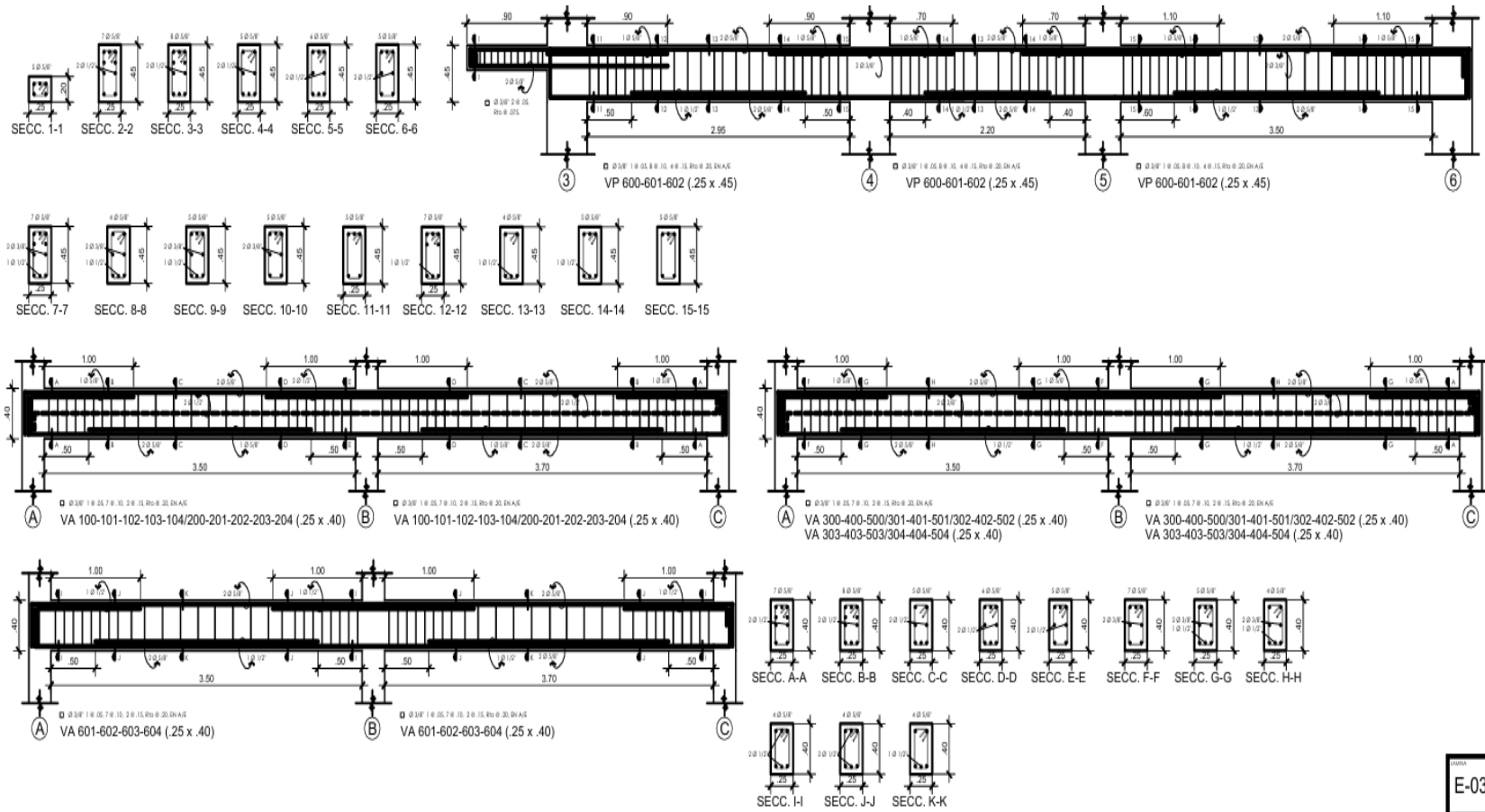
DESCRIPCION	ESPECIFIC
CONCRETO ARMADO DEL ALIGERADO	Fc = 210 kg/cm ²
CONCRETO ARMADO DE COLUMNAS	Fc = 210 kg/cm ²
CONCRETO ARMADO RESISTO	Fc = 210 kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO	Fy = 200 kg/cm ²
ESPESES DE LOSAS ALIGERADAS	20 cm
RECIPIENTES	300 cm
ESCALENAS	400 cm
COLUMNAS	72 cm
ZAPATAS	72 cm
SOBRECAMERA	200 kg/cm ²
LEONIA	200 kg/cm ²
ASOTEA	200 kg/cm ²
CONTRALUCAS	1.5 cm
VIGAS	1.5 cm
VOLADOS	1.5 cm



CONDICIONES	ESPESORES
Columnas	24 horas entera
Fondo de vigas y losa alig.	20 días entera
Lateral de vigas y losa alig.	24 horas entera
Armaduras	- no deben soldarse
Zapatas y cimiento corrido (c/c)	Monotricamente

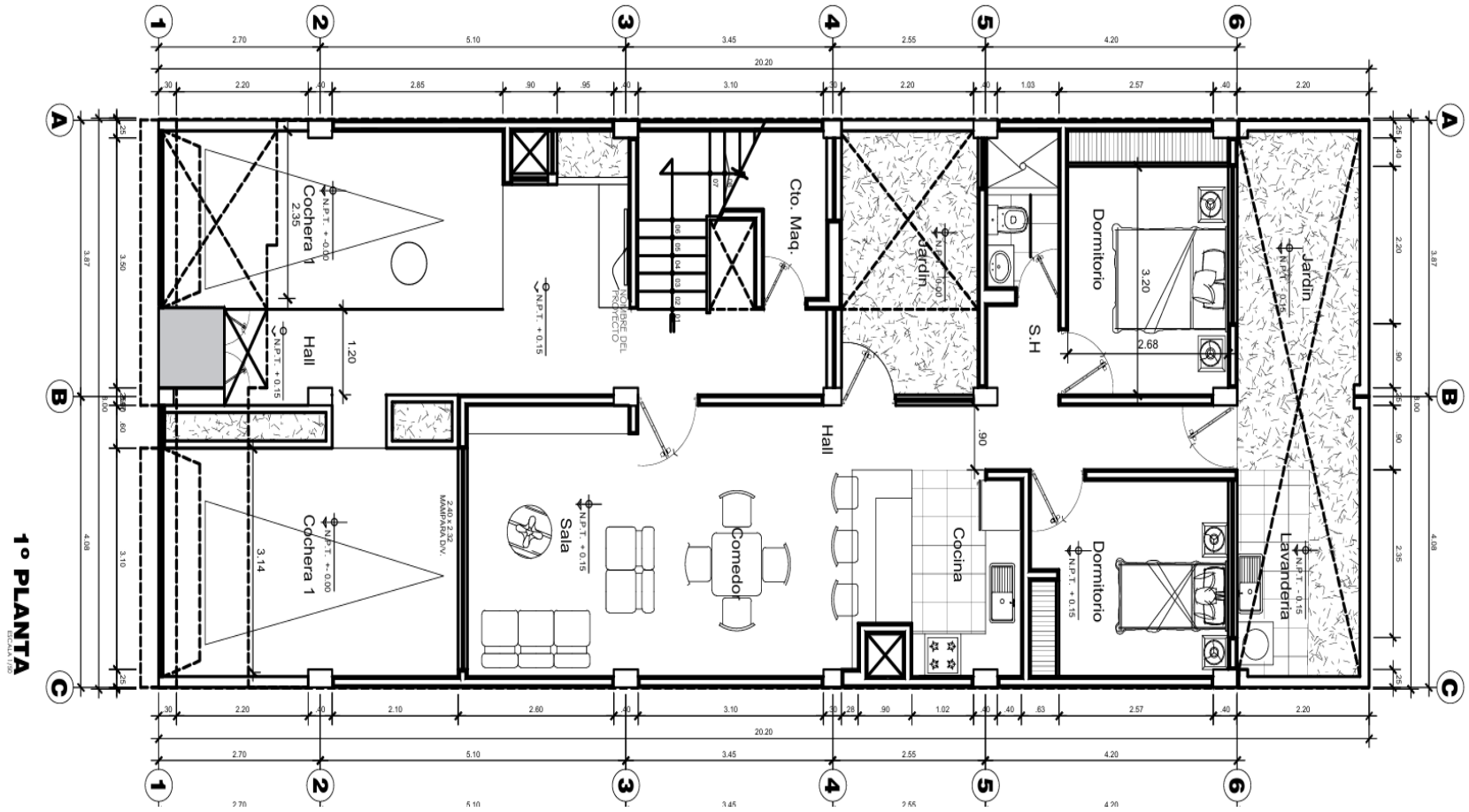




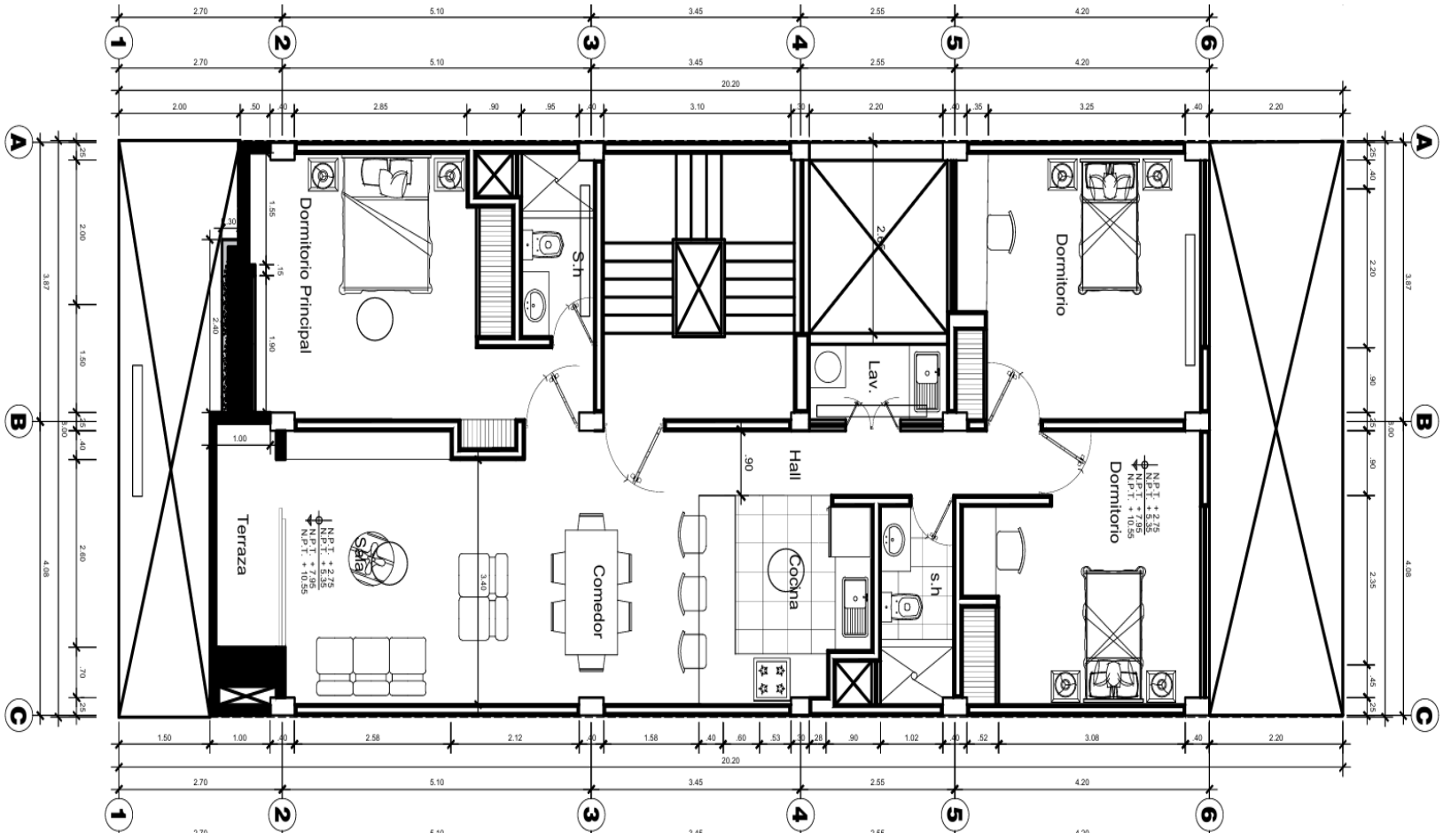


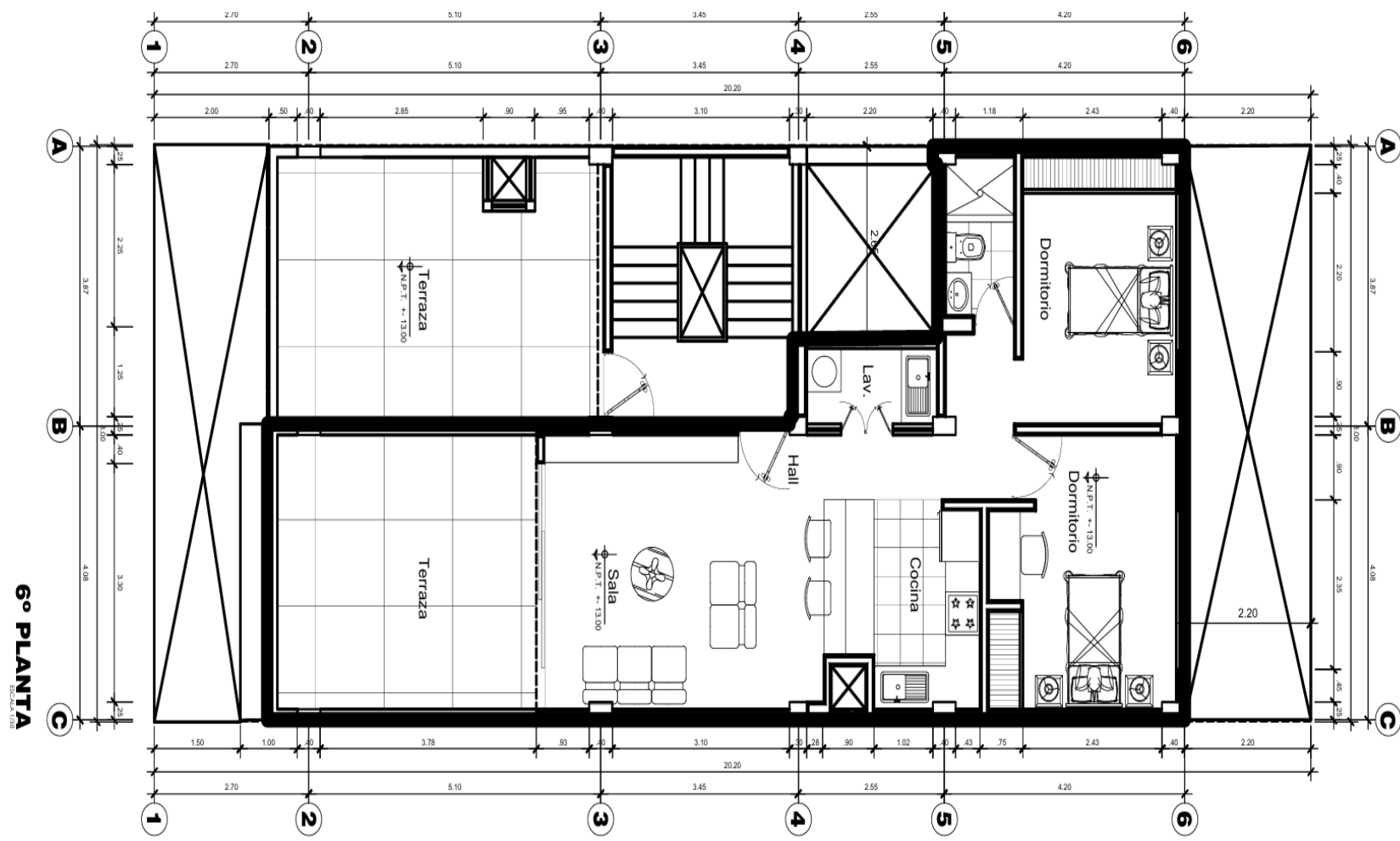
E-03

ANEXO 04: Planos de arquitectura











2º-4º PLANTA



























ANEXO 05: Planos de instalaciones eléctricas

LUMINARIA	SIMB.	ESPECIFICACIONES TECNICAS
LUMINARIA LED PARA ADSART - DOWNLIGHT 13W 		POTENCIA : 13W VOLTAGE NOMINAL : 220V FRECUENCIA : 60 Hz FLUJO LUMINOSO : 2400 lm TEMPERATURA DE COLOR : 2700-3000 K ANGULO LUMINOSO : 120° COLOR : BLANCO NATURAL FACTOR DE POTENCIA Min. : 0,9 GRADO DE PROTECCION : IP20
LUMINARIA LED PARA EMPOTRAR TIPO DISEÑO 		POTENCIA : 7W VOLTAGE NOMINAL : 220V FRECUENCIA : 60 Hz FLUJO LUMINOSO : 270 lm TEMPERATURA DE COLOR : 2500-3000 K ANGULO LUMINOSO : 15° COLOR : BLANCO CALDO FACTOR DE POTENCIA Min. : 0,9 GRADO DE PROTECCION : IP20
LUMINARIA DE PARED CON LAMPARA LED DE 12W 		POTENCIA : 12W VOLTAGE NOMINAL : 220V FRECUENCIA : 60 Hz FLUJO LUMINOSO : 1650 lm TEMPERATURA DE COLOR : 2700 K ANGULO LUMINOSO : 28° COLOR : BLANCO FRIO FACTOR DE POTENCIA Min. : 0,9 GRADO DE PROTECCION : IP44 DIMENSIONES : 12x6,2x6,2cm HORAS DE FUNCIONAM. : 25 000 HORAS
EQUIPO AUTONOMO DE EMERGENCIA LED 		EQUIPO AUTONOMO NO PERMANENTE MODELO PARA SOBRTORNER POTENCIA : 10W VOLTAGE NOMINAL : 220V FRECUENCIA : 60 Hz FLUJO LUMINOSO : 70 lm TEMPERATURA DE COLOR : 2700-3000 K ANGULO LUMINOSO : 60° COLOR : BLANCO FRIO FACTOR DE POTENCIA Min. : 0,9 GRADO DE PROTECCION : IP20




LEYENDA

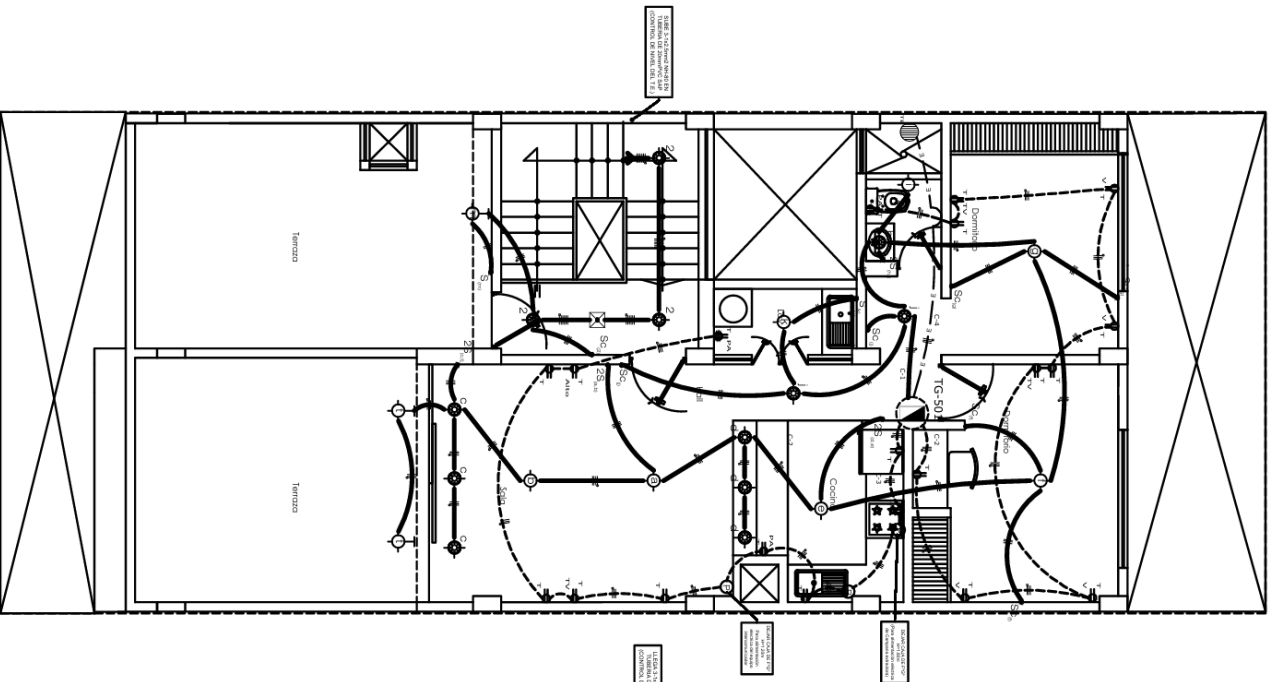
SIMBOLO	DESCRIPCION	COTA
	TABLERO GENERAL	1,80m
	SUB TABLERO DE DISTRIBUCION	1,80m
	CALA DE PASO	INDICADO
	PUNTO PARA ILUMINACION	TECHO
	PUNTO PARA ILUMINACION SOBRESUETO A LA PARED	2,10m
	LUMINARIA TIPO DISEÑO CON LAMPARA LED DE 7W	TECHO
	EQUIPO AUTONOMO DE EMERGENCIA	TECHO
	INTERUPCION SIMPLE. MODE. TIPOE. COMULACION	1,20m
	NUMERO DE CONDUCTORES CON TOMA A TIERRA	
	TOMACORRIENTE DOBLE CON TOMA A TIERRA ALTO	2,10m
	TOMACORRIENTE DOBLE CON TOMA A TIERRA	0,40m
	TOMACORRIENTE DOBLE CON TOMA A TIERRA PARA TELEFONO	1,60m
	TOMACORRIENTE SIMPLE CON TOMA A TIERRA A PRESION DE AGUA	1,20m
	TOMACORRIENTE SIMPLE CON TOMA A TIERRA A MEDIAN AL TOMA	0,80m
	SALA PARA TERMA ELECTRICA	2,20m
	ELECTROARMARIA PARA AGUA POTABLE	SECCIONAL CONCERNIENTE 10,20
	CALA DE PASO RECTANGULAR	INDICADO

ESPECIFICACIONES TECNICAS

SIMBOLO	DESCRIPCION	MATERIAL
	GABINETE CON PUERTA Y TOMA INTERUPCIONES AUTOMATICAS	PLACAS DE FIERRO GALVANIZADO DE 110" DE ESPESOR PESADA
	CALA OCTOGONAL DE 10x15 mm	PLANCHAS DE FIERRO
	CALA RECTANGULAR DE 10x15x55 mm.	GALVANIZADO DE 110" DE ESPESOR PESADA
	RECTANGULARES PARA LA INSTALACION ESTABLE FENOLICA	GALVANIZADO DE 110" DE ESPESOR TIPO LUMINA
	CONEXIONES INDICADO EN EL P. AND	PLANCHAS DE FIERRO GALVANIZADO DE 110"

LEYENDA DE CIRCUITOS

	TUBERIA EMPOTRADA EN EL TECHO O PARED Ø 20 mm PVC-SNP (ALUMBRADO)
	TUBERIA EMPOTRADA EN PISO O PARED Ø 20 mm PVC-SNP (TOMACORRIENTES)
	TUBERIA EMPOTRADA EN PISO O PARED Ø 20 mm PVC-SNP (CABLE DE CONTROL)

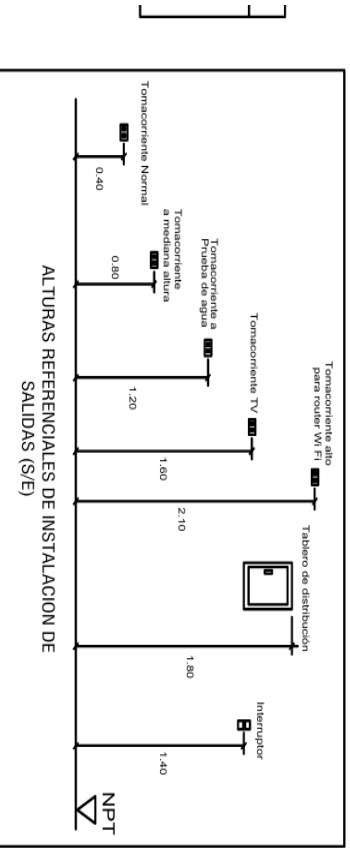
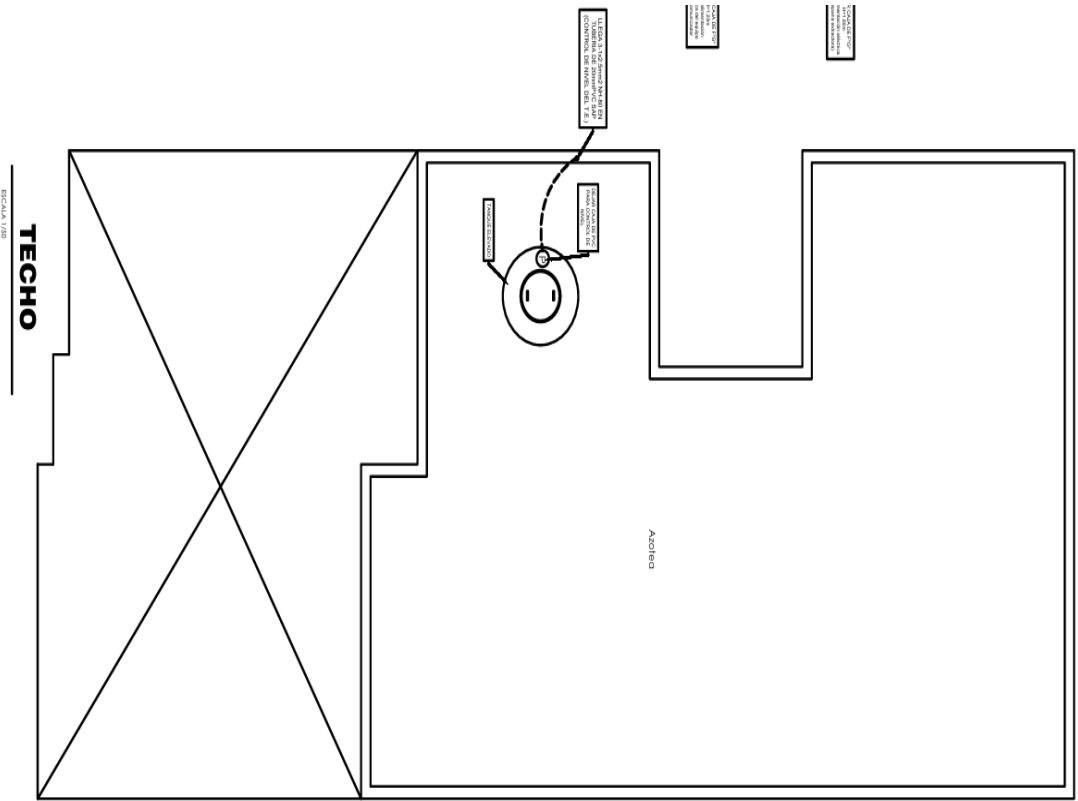










AZOTEA




















Escala: 1:50









NOTAS TECNICAS

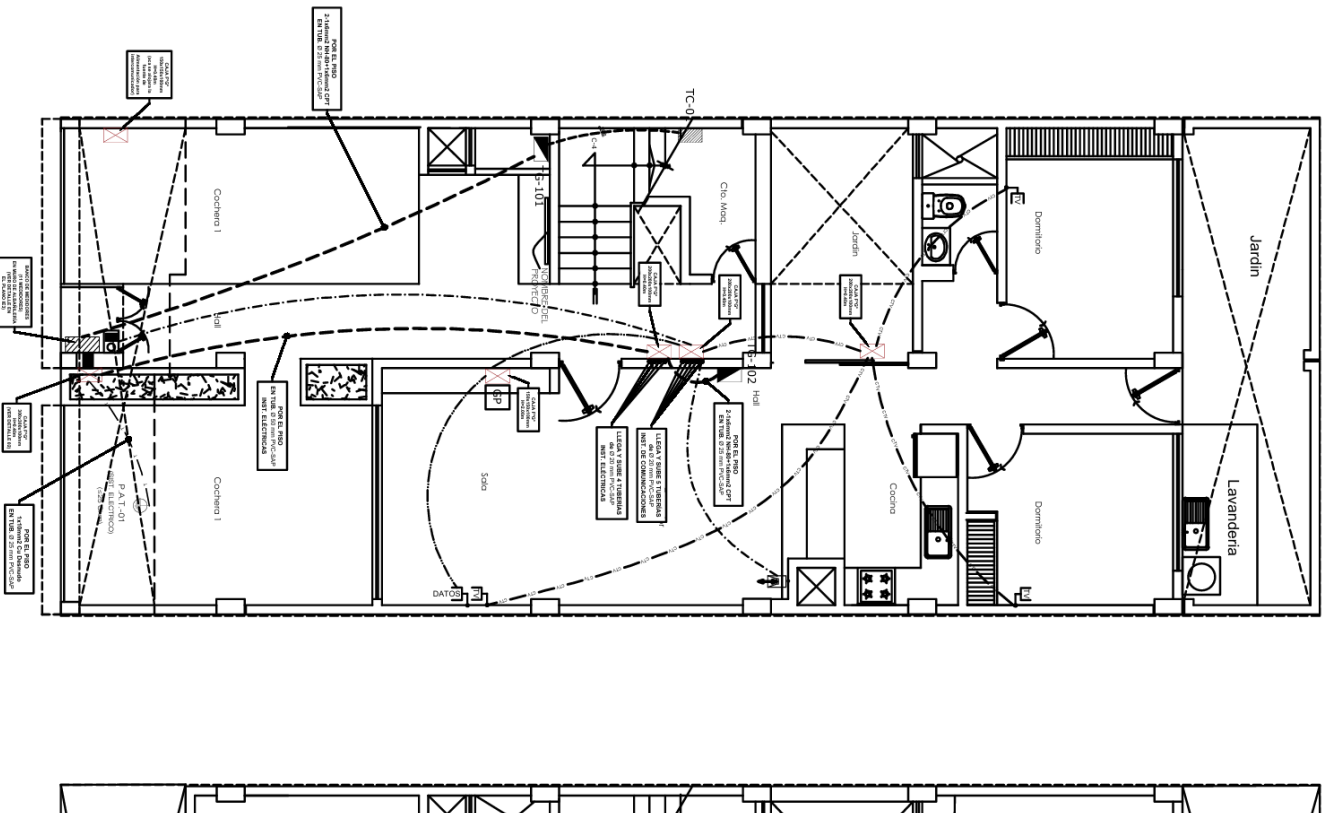
- EQUIPO AUTONOMO DE EMERGENCIA:
- DE ACUERDO AL C.N.E. LOS EQUIPOS AUTONOMOS DE EMERGENCIA DEBEN CUANTIFICARSE:
- APARTADO 22.11.1 DE LA NTP-4-EC 69598-2-21 (DEBEN CONECTARSE DIRECTAMENTE SIN ENCHUFES)
- APARTADO 22.7.10 DE LA NTP-4-EC 69598-2-22 (NO DEBEN TENER INTERRUPTORES MANUALES)
- APARTADO 22.6.15 DE LA NTP-4-EC 69598-2-22 (EL FABRICANTE DEBE ADJUNTAR CURVAS FOTOMETRICAS)



LUMINARIA	SIMB.	ESPECIFICACIONES TECNICAS
LUMINARIA LED PARA ADSAR, DOWNLIGHT 18W 		POTENCIA : 18W VOLTAJE NOMINAL : 220V FRECUENCIA : 60 Hz FLUJO LUMINOSO : 2400 lm TEMPERATURA DE COLOR : 4000-5000 K ANGULO LUMINOSO : 20° COLOR : BLANCO NATURAL FACTOR DE PROTECCION : 0,9 GRADO DE PROTECCION : IP20
LUMINARIA LED PARA EMPOTRAR TIPO DIRECTO 		POTENCIA : 7W VOLTAJE NOMINAL : 220V FRECUENCIA : 60 Hz FLUJO LUMINOSO : 270 lm TEMPERATURA DE COLOR : 2500-3000 K ANGULO LUMINOSO : 15° COLOR : BLANCO CALIDO FACTOR DE PROTECCION : 0,9 GRADO DE PROTECCION : IP20
LUMINARIA DE PARED CON LAMPARA LED DE 12W 		POTENCIA : 12W VOLTAJE NOMINAL : 220V FRECUENCIA : 60 Hz FLUJO LUMINOSO : 1000 lm TEMPERATURA DE COLOR : 2800 K ANGULO LUMINOSO : 20° COLOR : BLANCO FRO FACTOR DE PROTECCION : IP44 GRADO DE PROTECCION : I2x6 2x6 2cm DIMENSIONES : 25 100 HORAS
EQUIPO AUTONOMO DE EMERGENCIA LED 		EQUIPO AUTONOMO NO PERMANENTE MODELO PARA SOSTENSION POTENCIA : 10W VOLTAJE NOMINAL : 220V FRECUENCIA : 60 Hz FLUJO LUMINOSO : 700 lm TEMPERATURA DE COLOR : 2700-4500 K ANGULO LUMINOSO : 60° COLOR : BLANCO FRO FACTOR DE PROTECCION : 0,9 GRADO DE PROTECCION : IP20

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TIPO GENERAL
	2x8 PARA TIPO DE DISTRIBUCION
	CAJA DE PISO
	PUNTO PARA LUMINACION
	PUNTO PARA LUMINACION SOBRESIENITO A LA MANO
	LUMINARIA TIPO DIRECTO CON LAMPARA LED DE 7W
	EQUIPO AUTONOMO DE EMERGENCIA
	INTERMEDIOS PARA DIBUJO FINAL COMERCIALIZACION
	5. 2x5 2x5 5x5
	NUMERO DE CONEXIONES CON TOMA A TIERRA
	TOMACORRIENTE CONEJ CON TOMA A TIERRA AL TO
	TOMACORRIENTE CONEJ CON TOMA A TIERRA
	TOMACORRIENTE CONEJ CON TOMA A TIERRA PARA TELEFONO
	TOMACORRIENTE SANEJ CON TOMA A TIERRA PARA TELEFONO
	TOMACORRIENTE SANEJ CON TOMA A TIERRA A MEDIDA A 20M
	SALA PARA TIERRA ELECTRICA
	ELECTRIFICACION PARA AGUA POTABLE
	CAJA DE FIBRO RECTANGULAR
	INDICADO

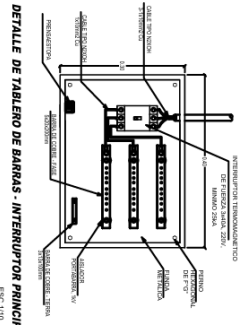
DESCRIPCION PARA CATEGORIAS DE TIPO DE CUBIERTA		
SIMBOLO	DESCRIPCION	MATERIAL
	GABINETE CON PUERTA Y CHAPA TENDIENDOLETOS 19x19	PLANCHA DE FIBRO DE ESPESOR 12MM
	CAJA OPCIONAL DE 180x125 mm	PLANCHA DE FIBRO
	CAJA RECTANGULAR DE 100x55x55 mm	QUILANZADO DE 112"
	PLACA DE LUMINO CON ASISTENTE DE DADOS TIPO TUBO DE CUBIERTA ENRIJE FINICA	TIPO TUBO DE CUBIERTA QUILANZADO DE 51"
		
LEYENDA DE CIRCUITOS		
	TUBERIA EMPOTRADA EN EL TECHO O PARED Ø 20 mm PVC-SAP (ALUMBRADO)	
	TUBERIA EMPOTRADA EN PISO O PARED Ø 20 mm PVC-SAP (TOMACORRIENTES)	
	TUBERIA EMPOTRADA EN PISO O PARED Ø 20 mm PVC-SAP (CABLE DE COMUNICACION)	



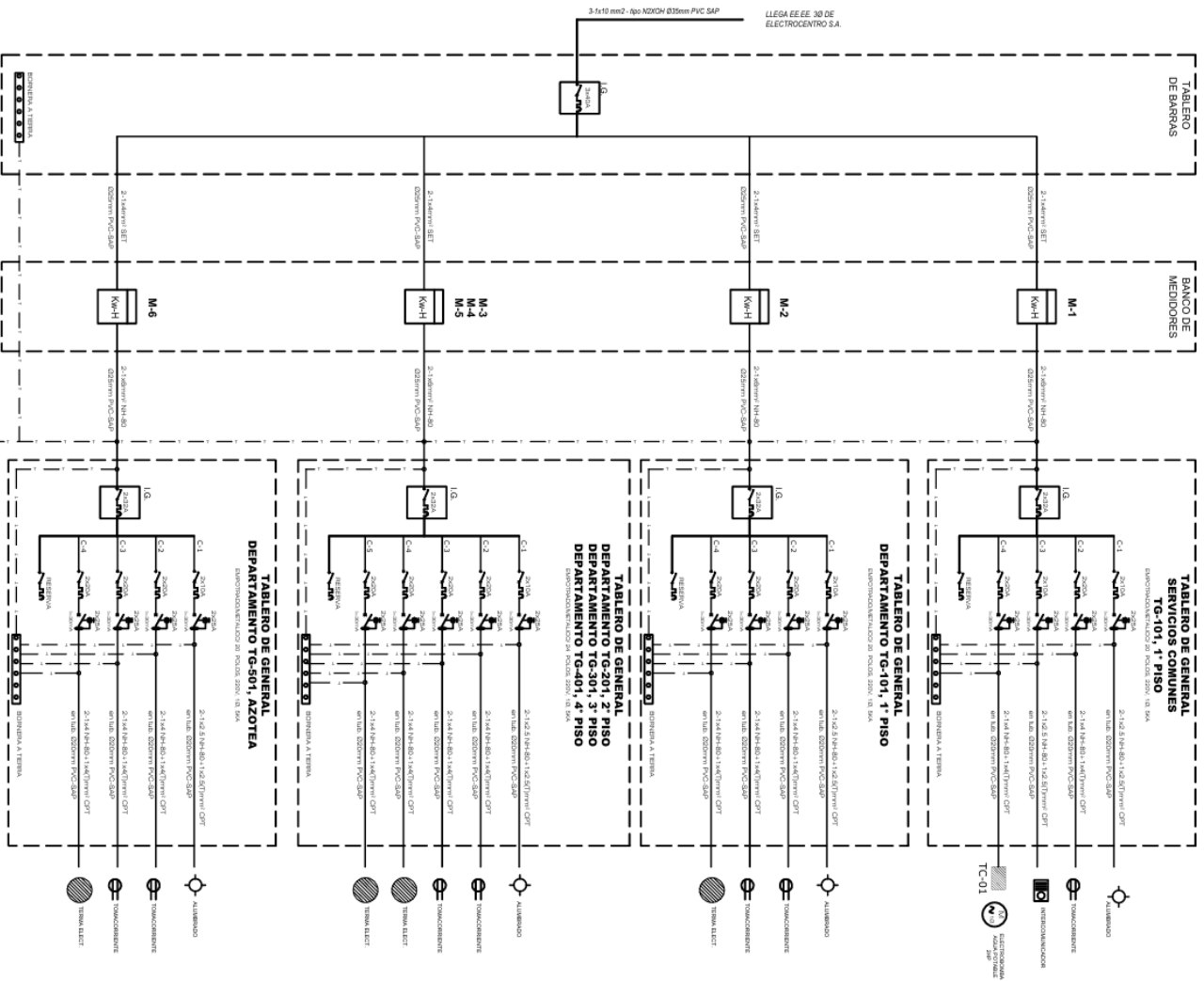
1º PLANTA

ESCALA 1:200

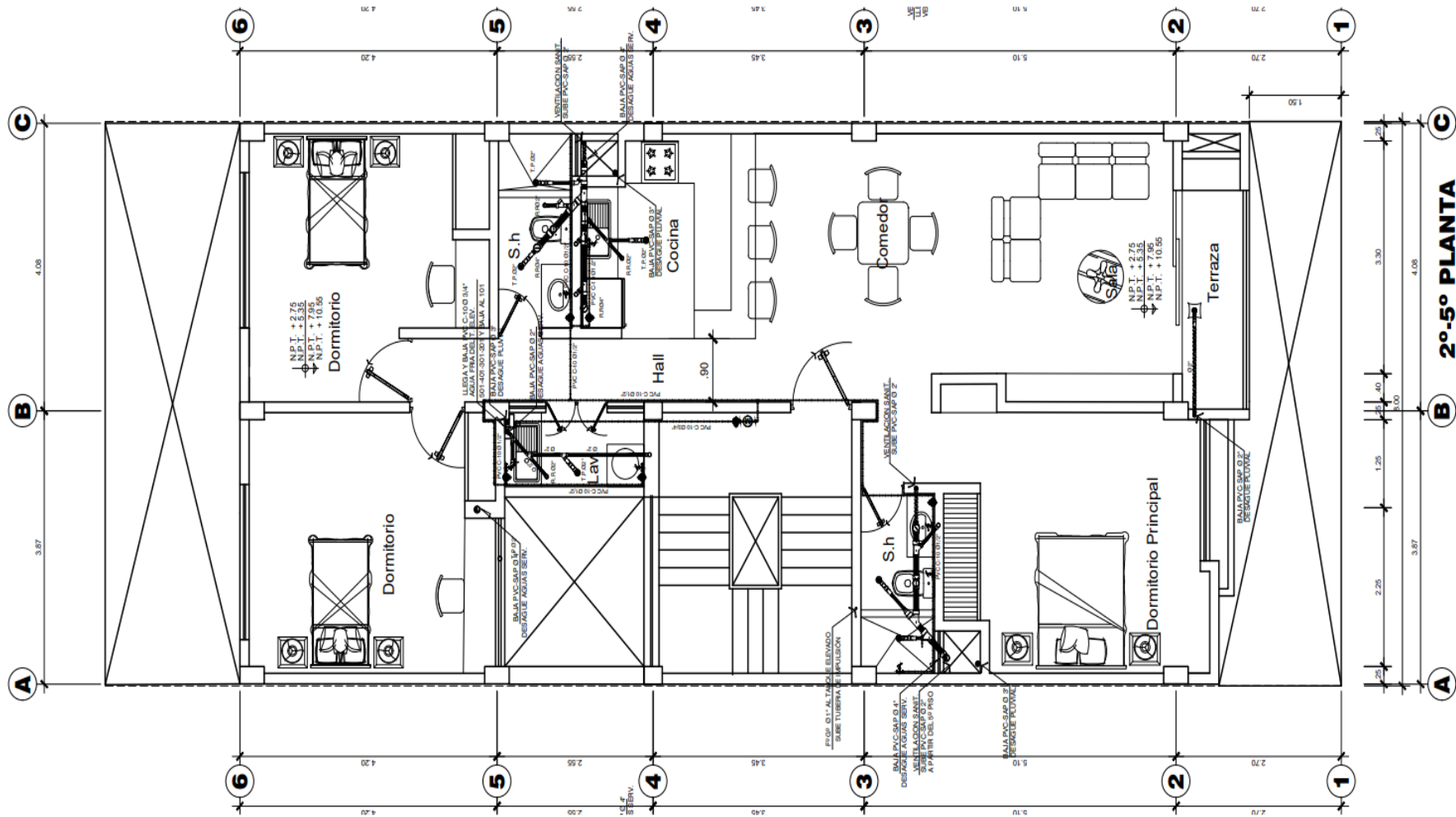
LEYENDA DE CIRCUITOS	
-----	1 CABLE UTP CLASE 6A/FIBRA OPTICA /INTERNET Y TELEFONIA EN TUB. Ø 20 mm PVC-SAP EMPOTRADO EN EL PISO O LA PARED
-----	1 CABLE COAXIAL TV/CABLE EN TUB. Ø 20 mm PVC-SAP EMPOTRADO EN EL PISO O LA PARED
-----	POR EL PISO LINEA DE TIERRA. C/D. DENUNDO EN TUB. Ø 20 mm PVC-SAP
-----	TUBERIA EMPOTRADA EN PISO O PARED DE Ø 20 mm PVC-SAP. ALIMENTADOR ELÉCTRICO PRINCIPAL.
-----	1 CABLE DE 4 hilos. INTERCOMUNICACION EN TUB. Ø 20 mm PVC-SAP. EMPOTRADO EN EL TECHO O LA PARED



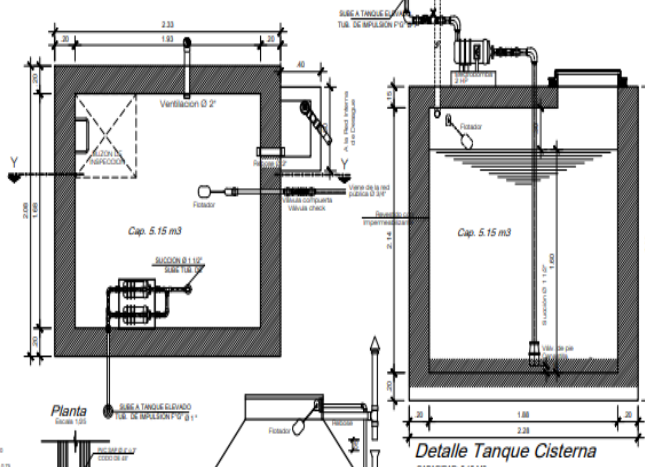
DETALLE DE TABLERO DE BARRAS - INTERRUPTOR PRINCIPAL
ESC. 1:10



ANEXO 06: Planos de instalaciones sanitarias



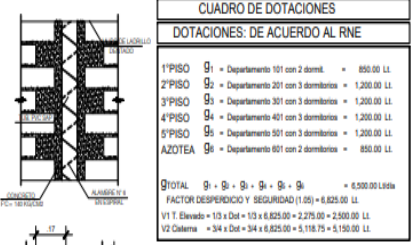
Montante de Agua Potable



ESPECIFICACIONES TECNICAS

DETALLE DE CONCRETO:
 LOS TUBOS Y EL ANCHAMAMIENTO DEBERAN SER CONCRETOS PREPARADOS DE CONCRETO ARMADO.
 -HAY QUE CONSIDERAR LA CAJETA DE SANGRE CON PAREDES DE BLOQUES DE CONCRETO O ACIOLA.
 -TODOS PAVOS DE TUBERIA A NIVEL DE PAREDES O FONDOS DE LOS TANGUES DEBERAN ELABORAR PREVIAMENTE AL VACADO DE LOS MARGES, MEDIANTE TUBERIA CON ENTIBANOS ROSCADOS, QUE SOBRESALGAN 5 CM.
ASPECTO SANITARIO:
 DESDE ALGUNAS CONSIDERACIONES QUE DEBERAN SER TOMADAS EN EL DISEÑO DE LOS TANGUES DE ANCHAMAMIENTO LA TALA DE SER CONSIDERACIONES RELACIONADAS A LA UBICACION DE BOMBAS DE OMBRAGEO.
 -CADA SANITARIO:
 A FIN DE EVITAR QUE LAS AGUAS DE UNIDAD DE PISO O AGUAS DE SUPLEN PRESEN EN LOS TANGUES.
TUBO DE VENTILACION:
 EL TUBO PERMITE LA SALIDA DE AIRE CALIENTE Y LA EXPULSION O ADMISION DE AIRE DEL TANGUE EL ENTIBAN QUE DA AL EXTERIOR DEBE PROTEGERSE CON MALLA DE ALAMBRE PARA EVITAR LA ENTRADA DE INSECTOS.
 -REBOS DEL TANGUE DE ANCHAMAMIENTO.
 -REBOS DEL CISTERNA.
 DEBERA DISPONERSE AL REBOSA DE DESAGUE DEL EDIFICIO EN FORMA HORIZONTAL, REBOSAR CON SEGURIDAD SIN CON MALLA DE ALAMBRE PARA EVITAR QUE LOS INSECTOS O ANIMALES OJONES PASARAN A LA CISTERNA.
 REBOS DE TANGUE DE VEDADO.
 DEBERA DISPONERSE A LA BARRERA MAS CERCA EN FORMA HORIZONTAL, MEDIANTE BLOQUE O REBOSADOR DE AIRE DE 5 CM. CON UN VEDADO PARALELO A TUBO DE REBOS DEL TANGUE DE VEDADO Y A 1 CM. SE COLOCA SIN SOBRESALIR DEL TANGUE DEL AGUA DE REBOSA. (VER DETALLES DEL TANGUE DE VEDADO)

Montante de Desague



ESPECIFICACIONES TECNICAS

-LAS TUBERIAS DE AGUA SERA FIBRA PVC SAF EN VENTILACION.
 -LA TUBERIA DE DESAGUE SERA:
 -P.V.C. TIPO S.A.F. DE MEDA PRESION.
 -CONCRETO SUFITE HORIZONTALIZADO.
 -LAS VALVULAS TENDRAN DOB UNIONES UNIVERSALES CUANDO VA EN LA PARED Y MARCO ADIACAS TAPA HACERLA.
 -LA VENTILACION TENDRA SOMBRERO Y/O CODO DE ALTEZA MANO A 24 CM.
 -ANTES DE PONER EN SERVICIO LAS TUBERIAS DE AGUA Y DESAGUE DEBERAN PROBARSE LAS INDICACIONES DEL REGLAMENTO NACIONAL DE CONTRIBUCIONES LAS PRUEBAS HIDRAULICAS RESPECTIVAS.

MATERIAL - RED DE AGUA

-LAS TUBERIAS SERAN DE P.V.C. ROSCADA CLASE 19
 -LOS ACCESORIOS SERAN DEL MISMO MATERIAL QUE LAS TUBERIAS
 -EN UNIONES DE TUBERIAS CON ACCESORIOS DE UTILIZARA TUPLON

NOTA DE VALVULAS

-LAS VALVULAS EN LA PARED SE ALICARAN EN CAJILLAS CON TAPA COORDINADA CON ARQUITECTURA (VER DETALLE)
 -LAS VALVULAS IRAN ENTRE DOS (2) UNIONES UNIVERSALES.
 -SE COLOCARA UNA UNION UNIVERSAL EN CASO DE TUBERIA VISIBLE

PRUEBAS Y DESINFECCION RED DE AGUA

PRUEBAS:
 SERAN A 100 PSI DURANTE 30 MINUTOS UTILIZANDO BOMBA DE MANO ANTES DE LA COLOCACION DE ARGUMENTOS Y/O LLENADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SIN QUE SE PRESENTEN FUGAS.
DESINFECCION:
 DESPUES DE ACEPTADA LA ULTIMA PRUEBA SE LAVARA EL SISTEMA CON AGUA LIMPA
 SE APLICARA UNA SOLUCION DE CLORO O HIPOCLORITO DE CALCIO DE 50 P.P.M. DE CLORO ACTIVO
 -24 HORAS DESPUES SE DETERMINARA EL CLORO RESIDUAL QUE DEBE ALCANZAR 5 P.P.M. DE CLORO RESIDUAL EN CASO CONTINUO REPETIR LA OPERACION

MATERIAL - RED DE DESAGUE

- 1- LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS SERAN DE P.V.C. (pasado) DE MARCA RECONOCIDA
- 2- SE UTILIZARA EN TODA CONEXION O EMPALME DE TUBERIAS
- 3- LOS EMPALMES ENTRE TUBERIAS SE HARAN POR MEDIO DE ACCESORIOS.
- 4- ESPESORES PARA TUBO DE Ø = 2.0 mm.

PRUEBAS - DESAGUE

LAS TUBERIAS PARA DESAGUE SERAN PROBADAS DE MANERA QUE TOMANDO POR LA GENERADORA DEL TUBO SE COMPROBARAN LOS NIVELES Y CON UN CONCRETO SE DETERMINARA SU PERFECTO ALIGERAMIENTO LUEGO SE LLENARAN CON AGUA DURANTE 24 HORAS SIN QUE PRESENTEN FUGAS.

NOTAS GENERALES

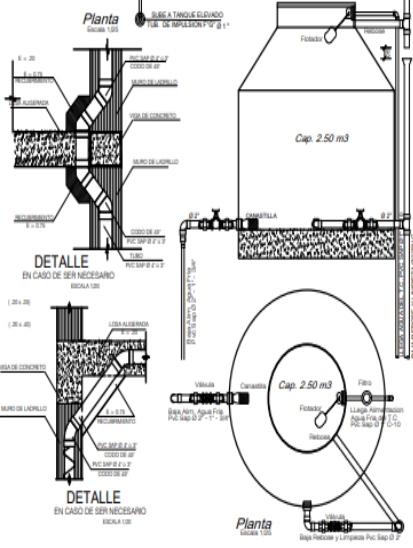
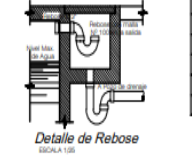
- 1- LAS TUBERIAS PARA DESAGUE TENDRAN UNA PENDIENTE MINIMA DE 1% EN DIAMETROS DE 4" Y MAYORES, Y NO MENOR A 1.5% EN DIAMETROS DE 2" E INFERIORES.
- 2- TODOS LOS EXTREMOS DE VERTICALES QUE TERMINEN EN EL TECHO LLEVARAN SOMBRERO DE VENTILACION Y SE PROLONGARAN A 0.30m. SOBRE EL NIVEL DEL MANSO.
- 3- TODAS LAS TUBERIAS QUE ESTEN EN CONTACTO DIRECTO CON EL TERRAZO SE PROTEGERAN CON BAZO DE CONCRETO (1:3)

LEYENDA - DESAGUE

SIMBOLO	DESCRIPCION
	CAJA DE REGISTRO (12" x 24")
	CAJA DEGA CON R. R. (12" x 24")
	SUM. DE PISO CON TRAMPA 1"
	SUMBERO DE PISO
	REGISTRO ROSCADO DE 90°
	YEE SIMPLE
	CODO DE 45°
	CRUCE DE TUB. SIN CONEXION
	TUBERIA DE DESAGUE
	TUBERIA DE DESAGUE PLUVIAL

LEYENDA - AGUA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	MEDIDOR DE AGUA
	VALVULA DE COMPLETURA
	TEE
	CODO DE 90°
	CODO DE 45°
	PUNTO DE AGUA
	RED DE AGUA
	RED DE AGUA CALIENTE
	RED DE VAPOR
	SALEDA DE VAPOR
	REDUCCION DE TUBERIA
	BOMBA DE AGUA
	VALVULA CHECK
	VALVULA DE FLOTADOR
	SUMBERO EN PISO
	TRAMPA 1"



ANEXO 07: Modelado en REVIT



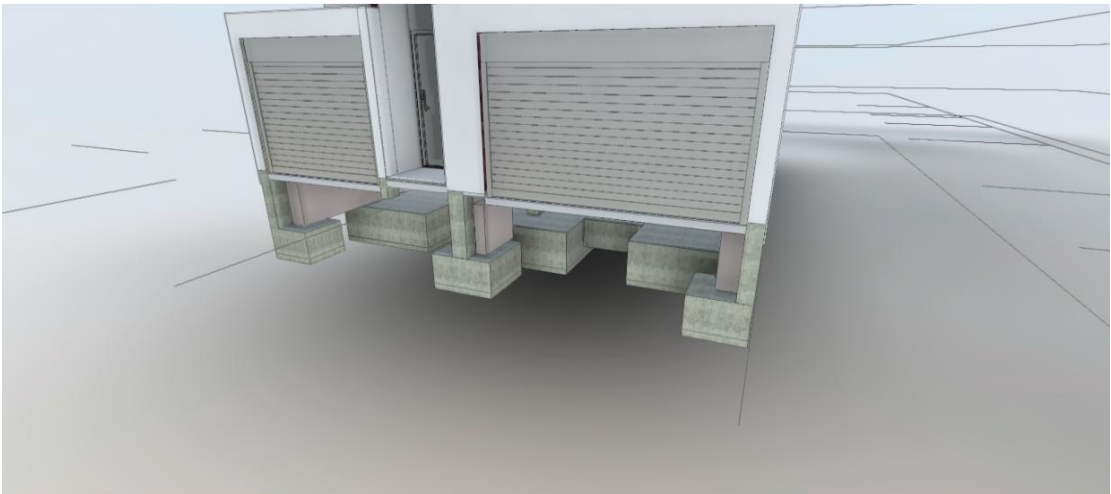
AUTODESK Viewer

AUTODESK



AUTODESK Viewer

AUTODESK



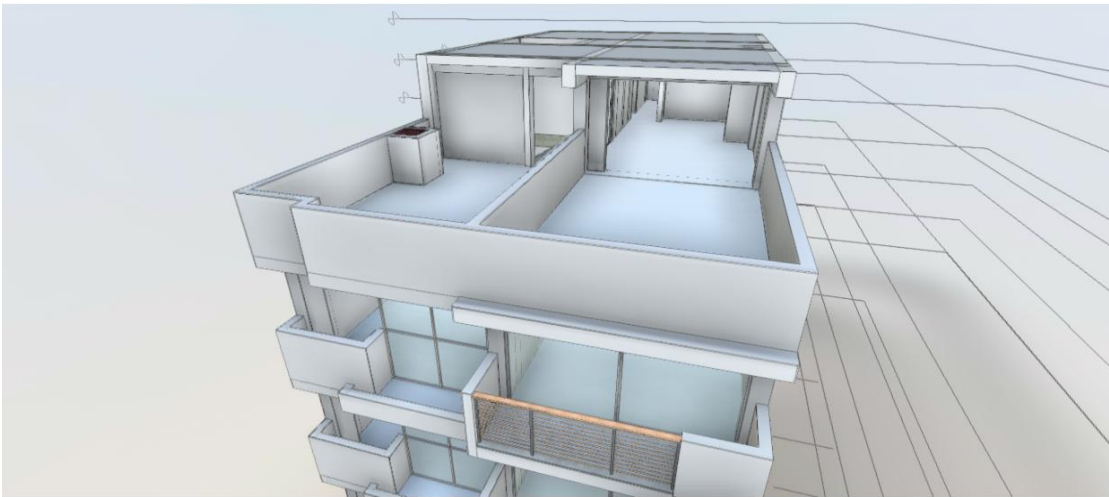
AUTODESK Viewer

AUTODESK



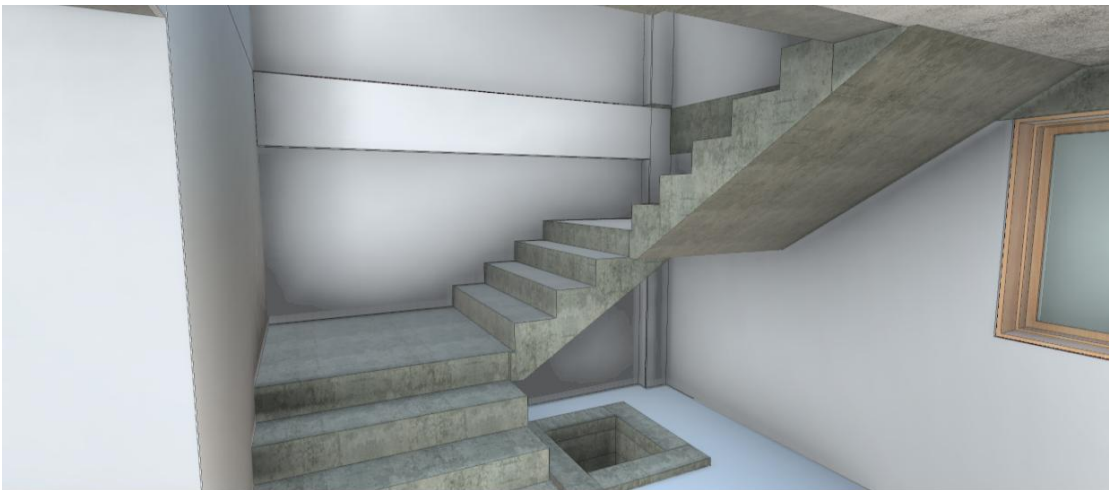
 AUTODESK Viewer

 AUTODESK



 AUTODESK Viewer

 AUTODESK



 AUTODESK Viewer

 AUTODESK

ANEXO 08: Panel fotográfico

Fotografía 1. Elevación lateral de la edificación



Fotografía 2. Vista frontal de la edificación



Fotografía 3. Elevación lateral de la edificación

