

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Planificación Interoperable de la Construcción del Edificio “Mirador del Valle”, mediante Gestión Colaborativa con Tecnología 4D (SYNCHRO – SMARTSHEET)

PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo la obtención del Título de:

MASTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

Presentado por:

Juan José Carangui Rodríguez

Cristhian Raúl González Tello

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2024

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mi familia, cuyo apoyo incondicional fue fundamental a lo largo de todo este proceso. Sin su respaldo y aliento constante, no habría alcanzado las metas que hoy celebro. CRGT

A mis padres, ejemplo de lucha, trabajo y perseverancia, quienes con su amor y dedicación me han impulsado siempre a buscar la excelencia y seguir preparándome. A mis seres queridos y amigos que confiaron en mí y me brindaron su apoyo incondicional. Este logro es un reflejo de la fe, paciencia y esfuerzo compartido con todos ustedes. JJCR

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mi familia y a mi tutor, cuyo apoyo incondicional fue esencial para la realización de este proyecto. Su aliento constante, paciencia y amor me motivaron a superar cada obstáculo y a perseverar hasta el final. Sin su comprensión y respaldo, este logro no habría sido posible. Gracias por creer en mí y por estar siempre a mi lado. CRGT

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien me ha dado la fuerza y la sabiduría para superar cada reto. Agradezco profundamente a mis seres queridos y amigos, por creer en mí y acompañarme en este recorrido. A mi tutor, quien con su guía y conocimiento me ayudó a concretar este proyecto. Finalmente, a todas las personas que de alguna forma contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional, les debo parte de este logro. JJCR

Declaración Expresa

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

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

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los

resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 4 de diciembre del 2024.

Ing. Juan José Carangui
Rodriguez

Ing. Cristhian Raúl
González Tello

EVALUADORES

.....
MSc. Nadia Rosaura Quijano Arteaga

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
MSc. Nelson Alfredo Sánchez Ortega.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Este proyecto tuvo como finalidad establecer una planificación interoperable para la construcción del edificio "Mirador del Valle", ubicado en Azogues, Ecuador. Se implementaron metodologías BIM y tecnologías 4D con el propósito de optimizar los procesos constructivos. La hipótesis planteada sostiene que el uso de un modelo colaborativo que combine BIM y herramientas como SYNCHRO y Smartsheet permite mejorar la coordinación y la gestión en las etapas del proyecto. Su relevancia radica en la necesidad de resolver problemas recurrentes de comunicación y eficiencia en el sector de la construcción.

En su desarrollo, se elaboraron modelos tridimensionales utilizando la metodología BIM, integrando datos arquitectónicos, estructurales e hidrosanitarios. Estos modelos se vincularon con un cronograma de planificación 4D mediante SYNCHRO. Además, se cumplieron estrictamente las normativas locales y estándares internacionales, mientras que Smartsheet se empleó para facilitar una gestión colaborativa efectiva. El análisis permitió identificar y solucionar conflictos durante las fases de diseño y construcción, asegurando el cumplimiento de los plazos establecidos y el presupuesto asignado.

Los resultados reflejan el éxito de la implementación de un modelo 4D interoperable, con mejoras significativas en la planificación y la coordinación entre los equipos de trabajo. La planificación contribuyó a prever y minimizar riesgos durante el proceso constructivo, aumentando así la eficiencia general del proyecto.

En conclusión, la integración de metodologías BIM y tecnologías 4D promueve la sostenibilidad y mejora la productividad en los proyectos de construcción, marcando un referente para futuras iniciativas en Ecuador.

Palabras Clave: BIM, planificación 4D, gestión colaborativa, interoperabilidad.

ABSTRACT

This project aimed to establish an interoperable planning system for constructing the "Mirador del Valle" building in Azogues, Ecuador. BIM methodologies and 4D technologies were implemented to optimize construction processes. The proposed hypothesis suggests that using a collaborative model combining BIM and tools like SYNCHRO and Smartsheet significantly improves coordination and project management. Its importance lies in addressing recurring issues of communication and efficiency in the construction sector.

During its development, three-dimensional models were created using BIM methodology, integrating architectural, structural, and hydrosanitary data. These models were linked to a 4D planning schedule through SYNCHRO. Local regulations and international standards were strictly adhered to, while Smartsheet was employed to facilitate effective collaborative management. The analysis identified and resolved conflicts in the design and construction phases, ensuring compliance with established deadlines and budget constraints.

The results demonstrated the successful implementation of an interoperable 4D model, with significant improvements in planning and coordination among work teams. Planning helped anticipate and mitigate risks during the construction process, thereby enhancing the overall efficiency of the project.

In conclusion, integrating BIM methodologies and 4D technologies promotes sustainability and enhances productivity in construction projects, setting a benchmark for future initiatives in Ecuador.

Keywords: BIM, 4D planning, collaborative management, interoperability.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	6
RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	9
1. Introducción	9
1.1 Antecedentes.....	10
1.2 Localización	11
1.3 Estudios previos	12
1.4 Problemática que resolver	13
1.5 Justificación	13
1.6 Objetivos.....	15
1.6.1 Objetivo General	15
1.6.2 Objetivos Específicos	15
CAPÍTULO 2.....	16
2. Desarrollo del proyecto	16
2.1 Marco conceptual	16
2.2.1 Building Information Modeling (BIM)	16
2.1.2 Planificación 4D	18
2.1.3 Interoperabilidad	19

2.1.4	Gestión Colaborativa	20
2.1.5	SYNCHRO	22
2.1.6	Smartsheet	23
2.1.7	Flujo de Trabajo Integrado	23
2.2	Marco metodológico	24
2.2.1.	Diseño de la investigación	26
2.2.2.	Recolección de datos	26
2.2.3.	Herramientas y técnicas	26
2.2.4.	Proceso de implementación	27
2.2.5.	Análisis de datos.....	28
2.2.6.	Validación	28
2.2.7.	Trabajo de campo.....	28
2.2.8.	Trabajo de laboratorio o gabinete	29
2.2.8.1	MODELO ARQUITECTÓNICO	32
2.2.8.2	MODELO ESTRUCTURAL	35
2.2.8.3	MODELO HIDROSANITARIO.....	38
2.2.9.	Solución a diseñar	40
CAPÍTULO 4		48
Conclusiones Y Recomendaciones		48
Conclusiones		48
Recomendaciones		49
Bibliografía		52
PLANOS Y ANEXOS		54

ABREVIATURAS

ESPOL: Escuela Superior Politécnica del Litoral

BIM: Building Information Modeling

4D: Referencia a la dimensión del tiempo en planificación

NEC: Norma Ecuatoriana de la Construcción

CNC: Código Nacional de la Construcción

COT: Coeficiente de Ocupación Total

COS: Coeficiente de Ocupación del Suelo

CPM: Critical Path Method

CDE: Common Data Environment

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación del proyecto, Coordenadas 736352.81 m E, 9689942.95 m S.	12
Figura 2.2 Ciclo de vida Modelado BIM (Doukari et al., 2022).....	16
Figura 2.3 Planificación BIM 4D del proyecto Nanterre 2 CESI (Doukari et al., 2022)	18
Figura 2.4 Concepto de Interoperabilidad en la etapa de Diseño.(Muñoz Garcia, 2020).....	19
Figura 2.5 Conjunto de organizaciones que integran un proyecto. (Muñoz Garcia, 2020).....	20
Figura 2.6 Vista del entorno del programa después de ejecutar los experimentos. (Messi et al., 2022)	22
Figura 2.7 Cronograma de construcción de proyecto.	23
Figura 2.8 Red de interconexión del proyecto.(Muñoz Garcia, 2020)	24
Figura 2.9 Diagrama de flujo Metodología. (Autoría)	25
Figura 2.10 Captura de pantalla de Autodesk Civil 3D Modelo arquitectónico en 2D Planta baja.....	30
Figura 2.11 Captura de pantalla de Autodesk Civil 3D Modelo arquitectónico en 2D Primera y Segunda Planta Alta.....	31
Figura 2.12 Render de Autodesk Revit Modelo Arquitectónico en 3D Planta Baja....	32
Figura 2.13 Render de Autodesk Revit Modelo Arquitectónico en 3D Primera Planta Alta.....	33
Figura 2.14 Render de Autodesk Revit Modelo Arquitectónico en 3D Segunda Planta Alta.....	34
Figura 2.15 Render de Autodesk Revit Modelo Arquitectónico en 3D	35
Figura 2.16 Render de Autodesk Revit Modelo Estructural en 3D Cimentación	35
Figura 2.17 Render de Autodesk Revit Modelo Estructural en 3D Planta Baja	36
Figura 2.18 Render de Autodesk Revit Modelo Estructural en 3D Primera Planta Alta	36
Figura 2.19 Render de Autodesk Revit Modelo Estructural en 3D Segunda Planta Alta	37

Figura 2.20 Render de Autodesk Revit Modelo Hidrosanitario en 3D	37
Figura 2.21 Captura de pantalla de Bentley Synchro 4D Pro – Planificación Proyecto Mirador del Valle	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Actas Reuniones

Anexo 2 Componentes arquitectónicos

Anexo 3 Componentes estructurales

Anexo 4 Componentes hidrosanitarios

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El uso del BIM en los proyectos de edificación y obra civil constituye una realidad en el sector de la construcción. Los beneficios de estos nuevos modelos de trabajo juegan un papel muy importante tanto en la fase de diseño como en la fase de construcción. (Mínguez, 2018)

El proyecto del Edificio "Mirador del Valle" en Azogues, Ecuador, ofrece una oportunidad excepcional para aplicar y evaluar un enfoque de gestión colaborativa mediante herramientas BIM.

La adopción de una metodología BIM y el uso de modelos digitales integrados durante todo el ciclo de vida del edificio supone un paso en la buena dirección para la eliminación de costes resultantes de una incorrecta interoperabilidad de datos. Pero el simple hecho de utilizar un modelo digital no es suficiente. "BIM es 10% tecnología y 90% sociología". (Martín-Dorta et al., 2014)

Este estudio es relevante por su potencial para mejorar de manera significativa la eficiencia y calidad en la construcción, al implementar un flujo de trabajo colaborativo e interoperable con herramientas como SYNCHRO y Smartsheet, y no solo tener como referencia una planificación tradicional. Es, por ejemplo, el caso típico de un estudio de arquitectos que utiliza BIM únicamente para sus procesos internos de visualización y generación de documentación planimétrica, pero no para la modelación y coordinación de instalaciones o para la planificación y simulación 4D de la fase de construcción. (BuildingSmart Spain, 2024)

El marco teórico se fundamenta en la evolución de las metodologías de diseño y gestión en la construcción, desde CAD hasta BIM y planificación 4D; por lo tanto, el proyecto enriquecerá el conocimiento existente con resultados que implementan una metodología detallada de tecnologías BIM con una evidencia empírica sobre los beneficios y desafíos encontrados en el proyecto, constituyendo un valioso caso de estudio para la industria de la construcción.

1.1 Antecedentes

La metodología BIM (Building Information Modeling) es una tecnología relativamente nueva en la industria de la construcción, pero sus raíces pueden rastrearse hasta el desarrollo de las primeras herramientas de diseño asistido por computadora (CAD) en las décadas de 1960 y 1970. La evolución de CAD a BIM representa un cambio paradigmático en la forma en que los proyectos de construcción son diseñados, planificados y ejecutados. Mientras que el CAD se centraba en la representación gráfica de los elementos de construcción, BIM integra tanto la geometría como la información relevante del proyecto en un solo modelo digital. Esta metodología comenzó a ganar tracción a principios del siglo XXI, cuando las empresas de software comenzaron a desarrollar herramientas específicas que permitían a los profesionales de la construcción modelar no sólo las formas de un edificio, sino también aspectos como costos, cronogramas y análisis de sostenibilidad (Azhar, 2011).

La implementación de BIM ha enfrentado varios desafíos desde su aparición. Uno de los principales obstáculos ha sido la resistencia al cambio dentro de la industria de la construcción, la cual es reconocida por su fuerte inclinación hacia métodos tradicionales. Aunque BIM ofrece beneficios claros, como la disminución de errores y conflictos en el diseño, además de una mejor coordinación entre diferentes disciplinas, muchas empresas han tardado en adoptar esta metodología debido a los altos costos iniciales y la necesidad de capacitar a su personal en nuevas tecnologías. Además, la falta de estándares globales en los primeros años de BIM creó confusión sobre cómo aplicar la metodología de manera efectiva en diferentes proyectos y regiones, lo que limitó su adopción inicial a gran escala (Succar, 2009). El contexto social y cultural también ha jugado un papel significativo en la adopción de BIM. En muchos países, la construcción es un sector crucial que emplea a una gran parte de la fuerza laboral. La integración de BIM ha requerido un cambio en las habilidades y conocimientos de estos trabajadores, lo que ha generado preocupaciones sobre el impacto en el empleo y la necesidad de reentrenamiento. En países con una fuerte tradición en construcción manual y métodos

convencionales, la transición hacia BIM ha sido más lenta, debido tanto a las barreras culturales como a la falta de infraestructura tecnológica adecuada (Gerges et al., 2017).

El software SYNCHRO es una herramienta avanzada de planificación y programación 4D que se ha convertido en un componente crucial en la implementación de metodologías BIM en proyectos de construcción. Según (Eastman et al., 2011), SYNCHRO permite la integración de modelos 3D con cronogramas de proyecto, facilitando la visualización y simulación del proceso constructivo a lo largo del tiempo. Esta capacidad de visualización 4D mejora significativamente la planificación y el control del proyecto, permitiendo a los equipos identificar y resolver conflictos potenciales antes de que ocurran en el sitio de construcción. La adopción de SYNCHRO en el flujo de trabajo BIM representa un paso adelante en la digitalización de la industria de la construcción, alineándose con las tendencias actuales hacia una mayor integración tecnológica y colaboración en el sector (Hardin & McCool, 2015).

1.2 Localización

El proyecto se encuentra ubicado en el sector Santa Marta de la parroquia Javier Loyola del Cantón Azogues en la Provincia del Cañar como se puede observar en la

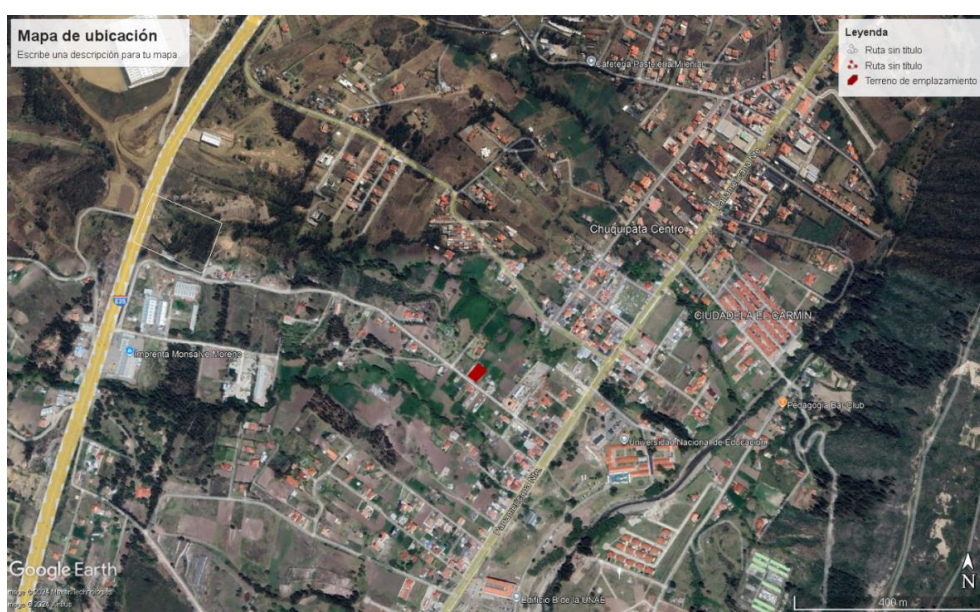


Figura
1.1.

Figura 1.1 Ubicación del proyecto, Coordenadas 736352.81 m E, 9689942.95 m S.

1.3 Estudios previos

Los estudios previos entregados por el Ing. Cristhian Pinos (Director del Proyecto y Jefe de Construcción - DP/JC) para el desarrollo del proyecto se circunscribe exclusivamente al diseño arquitectónico. Este diseño constituye el punto de partida fundamental desde el cual se procederá a la elaboración de los modelos subsecuentes, específicamente:

- Modelo estructural
- Modelo hidrosanitario

Es imperativo destacar que la elaboración de estos modelos adicionales se llevará a cabo en estricta adherencia a la normativa vigente pertinente. Esta aproximación metodológica garantiza que el desarrollo del proyecto cumpla con los estándares y regulaciones actuales del sector de la construcción.

La limitación inicial a un único estudio previo (el diseño arquitectónico) implica un enfoque de trabajo secuencial y progresivo, donde cada fase subsiguiente del proyecto dependerá crítica y directamente de la precisión y completitud del diseño arquitectónico base. Este escenario subraya la importancia de un análisis exhaustivo y una interpretación precisa del diseño arquitectónico existente, ya que servirá como la piedra angular para todos los desarrollos posteriores.

Esta situación también pone de relieve la necesidad de una metodología de trabajo flexible y adaptativa, capaz de incorporar eficientemente nueva información y ajustes a medida que se desarrollen los modelos estructural e hidrosanitario. La interoperabilidad entre las diferentes fases de modelado será crucial para mantener la coherencia y la integridad del proyecto en su conjunto.

La adherencia a la normativa vigente en el desarrollo de los modelos subsecuentes no solo asegura el cumplimiento legal y regulatorio, sino que también proporciona un marco estandarizado para la evaluación y validación de los resultados del proyecto. Este enfoque metodológico riguroso contribuye significativamente a la robustez y fiabilidad del proyecto final.

1.4 Problemática que resolver

En este proyecto de construcción, es necesario establecer un flujo de trabajo integrado y colaborativo para gestionar eficientemente la fase de construcción del proyecto. A pesar de que el diseño ya está concluido, es indispensable mantener una coordinación apropiada y llevar un seguimiento constante de las actividades constructivas para asegurarnos de cumplir los plazos, optimizar los recursos y garantizar la calidad del resultado.

La falta de comunicación efectiva y la desconexión entre los distintos técnicos del proyecto, es una problemática común en la construcción. El desarrollo en la etapa contractual se ve afectado negativamente debido a la posibilidad de retrasos, conflictos, duplicación de esfuerzos y decisiones poco informadas que pueden surgir en esta situación.

Asimismo, el monitoreo constante del progreso de obra, la minuciosa gestión de los procesos de construcción y el manejo eficiente de cambios y resoluciones conflictivas suponen desafíos importantes que demandan un enfoque metódico y las herramientas adecuadas para enfrentarlos. Si no se realiza un seguimiento preciso de cómo avanza la obra en relación al cronograma establecido y si no se gestionan adecuadamente los cambios y conflictos, es posible que surjan problemas entre las partes involucradas.

1.5 Justificación

El proyecto en estudio aborda desafíos críticos en la industria de la construcción ecuatoriana, como la falta de comunicación efectiva, dificultades en el seguimiento del progreso y gestión ineficiente de cambios. Estos problemas afectan significativamente la productividad, calidad y sostenibilidad de los proyectos de construcción. La implementación de tecnologías BIM y metodologías de gestión colaborativa en este proyecto no solo mejorará la eficiencia en la construcción del

Edificio "Mirador del Valle", sino que también contribuirá al conocimiento sobre la aplicación práctica de estas tecnologías en proyectos de mediana escala.

La relevancia de este estudio se acentúa en el contexto actual, donde la creciente presión para construir de manera más sostenible y eficiente en términos de recursos hace que la adopción de tecnologías avanzadas sea una prioridad inmediata; por lo tanto, existe la necesidad de realizar procesos más ágiles y colaborativos en la construcción. El proyecto promete beneficios tangibles como la reducción de errores, optimización de recursos y mejora en la comunicación entre equipos. Además, tiene un impacto social positivo al minimizar las molestias a la comunidad local y potencialmente inspirar la modernización de prácticas en el sector.

Desde una perspectiva académica, este proyecto ampliará la comprensión teórica de la integración de BIM y planificación 4D en procesos de construcción tradicionales. Se alinea con los objetivos de la Maestría en Ingeniería Civil, fomentando la innovación y la aplicación de tecnologías avanzadas. El proyecto es viable, contando con el apoyo necesario y acceso a herramientas tecnológicas, y se compromete a mantener altos estándares éticos en su ejecución.

Este proyecto no solo aborda una necesidad urgente en la industria de la construcción, sino que también contribuye al avance del conocimiento, ofrece aplicaciones prácticas inmediatas y promueve la sostenibilidad en la construcción. Su realización tiene el potencial de establecer un precedente importante para futuros proyectos en Ecuador y otros países en desarrollo.

El proyecto de implementación de tecnologías BIM y metodologías de gestión colaborativa en la construcción del Edificio "Mirador del Valle" en Ecuador se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 9 y 11 (Naciones Unidas, 2015). Este estudio contribuye al ODS 9 al fomentar la innovación en la industria de la construcción mediante la adopción de tecnologías avanzadas, mejorando la eficiencia y productividad del sector. Simultáneamente, apoya el ODS 11 al

promover prácticas de construcción más sostenibles y eficientes en términos de recursos, lo que contribuye al desarrollo de ciudades más resilientes y sostenibles. El proyecto no solo aborda desafíos críticos en la industria de la construcción ecuatoriana, como la falta de comunicación efectiva y la gestión ineficiente de cambios, sino que también establece un precedente importante para la modernización y sostenibilidad del sector de la construcción en países en desarrollo.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Diseñar una Planificación Interoperable para la Construcción del Edificio “Mirador del Valle”, mediante Gestión Colaborativa con Tecnología 4D (SYNCHRO – SMARTSHEET)

1.6.2 Objetivos Específicos

Establecer un flujo de trabajo colaborativo e interoperable para la gestión del proyecto, involucrando a todos los stakeholders relevantes facilitando la comunicación, coordinación y toma de decisiones en tiempo real.

Desarrollar un modelo 3D detallado del edificio multifamiliar de 3 niveles y 16 departamentos, integrando los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones sanitarias.

Implementar la planificación 4D del proyecto, vinculando el modelo 3D con el cronograma de construcción y los recursos asignados, utilizando las capacidades de Smartsheet y SYNCHRO.

Evaluar los beneficios y desafíos de la implementación de la gestión colaborativa e interoperable mediante la planificación 4D en el proyecto de construcción, identificando áreas de mejora y lecciones aprendidas para futuros proyectos.

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Marco conceptual

El proyecto de construcción del Edificio "Mirador del Valle" se enmarca en una serie de conceptos y tecnologías emergentes en la industria de la construcción. Es fundamental definir y contextualizar estos términos para comprender plenamente el alcance y la importancia de la implementación de una planificación interoperable mediante gestión colaborativa con tecnología 4D.

2.2.1 Building Information Modeling (BIM)

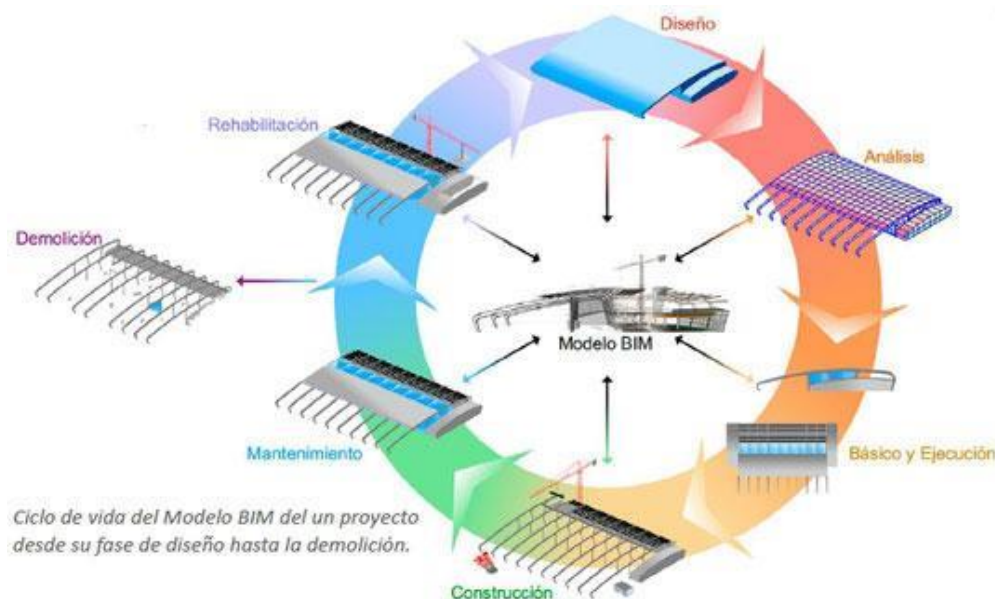


Figura 2.2 Ciclo de vida Modelado BIM (Doukari et al., 2022)

La Figura 2.2 ilustra el ciclo de vida de un proyecto basado en la metodología BIM (Building Information Modeling), abarcando desde la fase de diseño hasta la demolición. En un esquema circular, se describen las etapas principales: Diseño, representado por elementos arquitectónicos, seguido de Análisis, donde se evalúan los componentes estructurales del proyecto. Posteriormente, se encuentra la fase de Básico y Ejecución, en la que se definen los detalles constructivos, avanzando hacia Construcción, que simboliza la ejecución física del proyecto. A continuación,

el ciclo se extiende hacia Mantenimiento, garantizando la operatividad y funcionalidad del edificio a lo largo del tiempo, y continúa con Rehabilitación, etapa donde se realizan modificaciones o mejoras. Finalmente, el proceso concluye con la Demolición, que señala el desmantelamiento controlado de la estructura. En el centro del círculo, se destaca el "Modelo BIM", que conecta y coordina todas las fases del proyecto, asegurando una gestión eficiente y precisa de la información a lo largo del ciclo de vida de la construcción.

El Building Information Modeling (BIM) representa un cambio paradigmático en la forma en que se conciben, diseñan y gestionan los proyectos de construcción (Azhar, 2011) define BIM como:

"Una tecnología de modelado y un conjunto asociado de procesos para producir, comunicar y analizar modelos de construcción".

BIM va más allá de la simple representación geométrica de un edificio; incorpora información sobre todos los aspectos del proyecto, incluyendo datos espaciales, geográficos, cantidades y propiedades de los componentes de construcción. Esta metodología permite una colaboración más eficiente entre los diferentes actores involucrados en el proyecto, desde arquitectos e ingenieros hasta contratistas y propietarios.

En el contexto del Edificio "Mirador del Valle", BIM se utiliza para desarrollar un modelo 3D detallado que integra los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones sanitarias. Este modelo sirve como base para la planificación 4D y facilita la detección temprana de conflictos y la optimización del diseño.

2.1.2 Planificación 4D



Figura 2.3 Planificación BIM 4D del proyecto Nanterre 2 CESI (Doukari et al., 2022)

La Figura 2.3 muestra una secuencia de planificación y gestión de la construcción de un edificio utilizando modelos BIM. Se destacan varias zonas específicas de trabajo, como las áreas de **congestión** para una bomba de hormigón y un camión mezclador, señaladas para optimizar el flujo de maquinaria pesada.

La planificación 4D representa una evolución significativa en la gestión de proyectos de construcción. Según (Eastman et al., 2011), la planificación 4D se define como:

"La vinculación de actividades de construcción representadas en programas de planificación con elementos de modelos 3D para desarrollar una simulación gráfica del progreso de la construcción contra el tiempo".

En esencia, la planificación 4D agrega la dimensión del tiempo al modelo 3D, permitiendo visualizar y analizar la secuencia de construcción a lo largo del tiempo. Esta técnica mejora significativamente la comprensión del proceso constructivo, facilita la identificación de posibles conflictos en la programación y ayuda a optimizar la asignación de recursos.

En el proyecto del Edificio "Mirador del Valle", la planificación 4D se implementa utilizando SYNCHRO, vinculando el modelo BIM 3D con el cronograma de construcción y los recursos asignados. Esto permite una visualización dinámica del progreso de la obra, facilitando la toma de decisiones informadas y la gestión proactiva de potenciales problemas.

2.1.3 Interoperabilidad

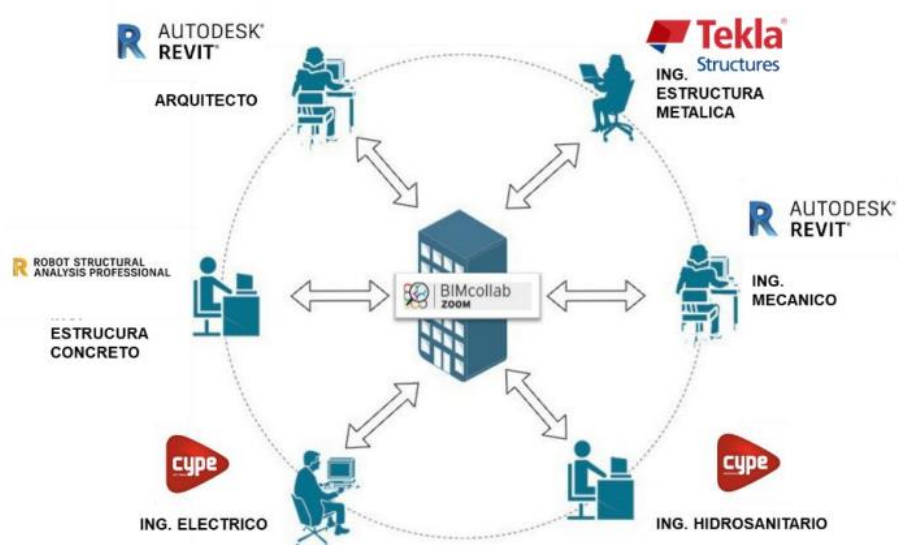


Figura 2.4 Concepto de Interoperabilidad en la etapa de Diseño.(Muñoz Garcia, 2020)

En la Figura 2.4 una muestra un diagrama circular que ilustra el flujo de trabajo colaborativo en un proyecto de construcción utilizando BIMcollab ZOOM como núcleo central. Alrededor de este núcleo se distribuyen seis roles profesionales diferentes: Arquitecto (usando Autodesk Revit), Ingeniero de Estructura Metálica (usando Tekla Structures), Ingeniero Mecánico (usando Autodesk Revit), Ingeniero Hidrosanitario (usando CYPE), Ingeniero Eléctrico (usando CYPE), y Especialista en Estructura de Concreto (usando Robot Structural Analysis Professional). Todos estos profesionales están conectados al centro mediante flechas bidireccionales, lo que sugiere una comunicación e intercambio de información constante entre todas las disciplinas a través de la plataforma BIMcollab ZOOM, representando así un enfoque integrado de trabajo colaborativo en el diseño y construcción.

La interoperabilidad es un concepto crucial en el contexto de la gestión moderna de proyectos de construcción. (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010) la definen como:

"La capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada".

En el ámbito de BIM y la planificación 4D, la interoperabilidad se refiere a la capacidad de diferentes software y herramientas para comunicarse entre sí de manera efectiva, permitiendo un flujo de trabajo sin interrupciones. La interoperabilidad es fundamental para el éxito de la implementación de BIM y la planificación 4D, ya que permite la integración de datos entre diferentes disciplinas y fases del proyecto.

En el caso del Edificio "Mirador del Valle", la interoperabilidad se manifiesta en la integración entre las herramientas BIM, SYNCHRO y Smartsheet, facilitando un flujo de trabajo colaborativo y eficiente.

2.1.4 Gestión Colaborativa



Figura 2.5 Conjunto de organizaciones que integran un proyecto. (Muñoz Garcia, 2020)

La Figura 2.5 detalla un organigrama o mapa de los diferentes grupos de interés (stakeholders) involucrados en un proyecto de construcción, organizados en cinco grupos principales representados como nubes: 1) Organizaciones de Diseño/Ingeniería, que incluye al arquitecto/ingeniero estructural, planificador y estimador de costos; 2) Organización del cliente, que comprende al propietario,

usuarios y gerente de la instalación; 3) Organizaciones de construcción, donde se ubica la gerencia de construcción; 4) Organizaciones de subcontratistas, que incluye al contratista, subcontratista, fabricante y proveedor; y 5) Organizaciones externas, que incluye a la comunidad, aseguradora, financiera y agentes gubernamentales, con una nota que indica que estos últimos no suelen participar en los equipos de AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) pero ocasionalmente colaboran en reuniones.

La gestión colaborativa en el contexto de la construcción se refiere a un enfoque que promueve la cooperación y comunicación efectiva entre todos los stakeholders del proyecto. Según (Xue et al., s. f.), la gestión colaborativa se puede definir como: "Un proceso de toma de decisiones compartido en el que todos los participantes del proyecto trabajan juntos como un equipo para lograr objetivos comunes".

Este enfoque es particularmente relevante en proyectos que implementan BIM y planificación 4D, ya que estas tecnologías requieren y facilitan una mayor colaboración entre las diferentes disciplinas involucradas en el proyecto.

En el proyecto del Edificio "Mirador del Valle", la gestión colaborativa se implementa a través del uso de Smartsheet, que sirve como plataforma central para la coordinación, comunicación y toma de decisiones entre los diferentes equipos involucrados.

2.1.5 SYNCHRO



Figura 2.6 Vista del entorno del programa después de ejecutar los experimentos. (Messi et al., 2022)

SYNCHRO es una herramienta de software especializada en planificación y programación 4D para proyectos de construcción. Permite la integración del modelo BIM 3D con el cronograma del proyecto, facilitando la creación de simulaciones visuales del proceso de construcción. Según la documentación oficial de SYNCHRO:

"SYNCHRO es una plataforma de construcción digital que combina la planificación CPM tradicional, la programación y la gestión de proyectos con visualización 4D para ofrecer un enfoque holístico de la entrega de proyectos".

En el contexto del Edificio "Mirador del Valle", SYNCHRO se utiliza para crear una planificación 4D detallada, vinculando el modelo BIM con el cronograma de construcción y permitiendo una visualización dinámica del progreso de la obra.

2.1.6 Smartsheet

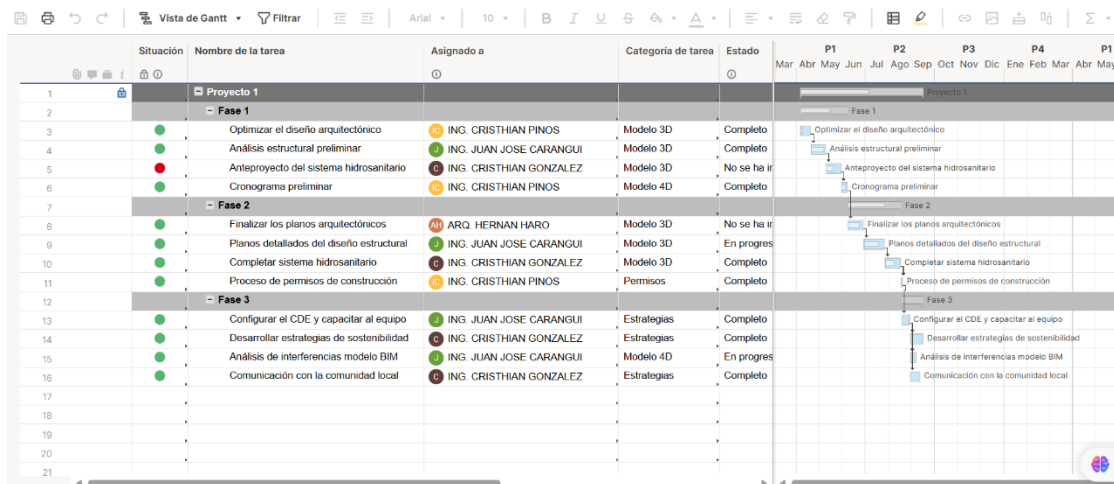


Figura 2.7 Cronograma de construcción de proyecto.

Smartsheet es una plataforma de colaboración y gestión de trabajo basada en la nube. Aunque no es una herramienta específica de construcción, su flexibilidad y capacidades de integración la hacen valiosa para la gestión de proyectos de construcción. Smartsheet se define a sí misma como:

"Una plataforma de ejecución del trabajo empresarial que permite a las organizaciones planificar, capturar, gestionar, automatizar y reportar sobre el trabajo a escala".

En el proyecto del Edificio "Mirador del Valle", Smartsheet se utiliza como la plataforma central para la gestión colaborativa, facilitando la coordinación entre equipos, el seguimiento del progreso y la gestión de recursos.

2.1.7 Flujo de Trabajo Integrado

El flujo de trabajo integrado se refiere a la secuencia de procesos y actividades que se llevan a cabo de manera coordinada y eficiente en un proyecto de construcción. En el contexto de BIM y la planificación 4D, (Fischer et al., 2017) lo definen como:

"Un proceso que integra personas, sistemas, estructuras empresariales y prácticas en un proceso que aprovecha colaborativamente los talentos e ideas de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto".

En el caso del Edificio "Mirador del Valle", el flujo de trabajo integrado se manifiesta en la interconexión entre el modelo BIM, la planificación 4D en SYNCHRO y la gestión colaborativa en Smartsheet, creando un ecosistema de información y procesos interconectados.

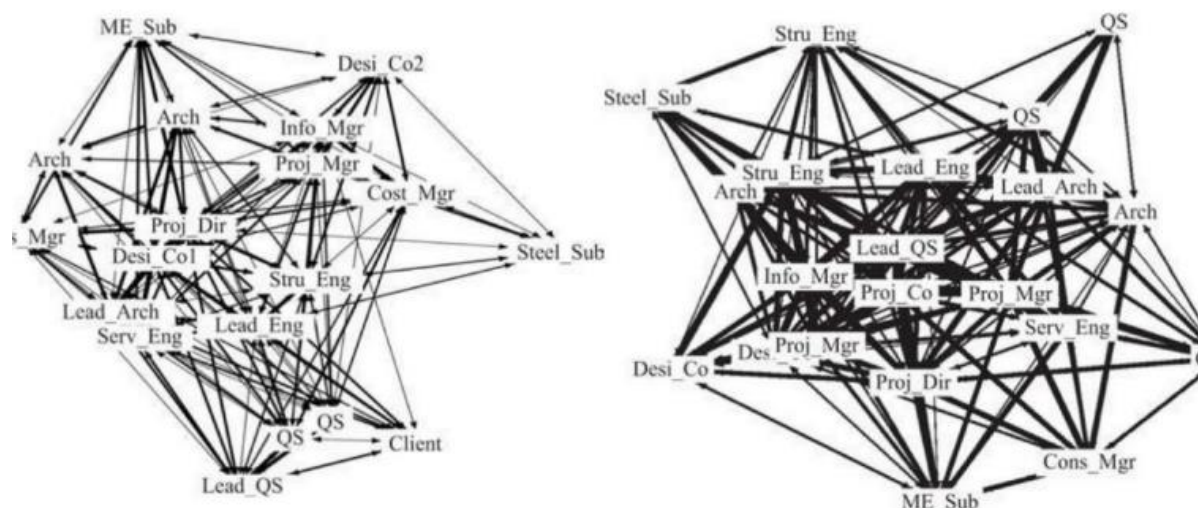


Figura 2.8 Red de interconexión del proyecto.(Muñoz Garcia, 2020)

2.2 Marco metodológico

El presente estudio se fundamenta en la metodología Building Information Modeling (BIM), un paradigma innovador que revoluciona la gestión de proyectos constructivos mediante la creación de modelos virtuales inteligentes y la integración multidisciplinaria. La investigación combina análisis cuantitativos, derivados de la parametrización y simulación digital de elementos constructivos, con aspectos cualitativos que evalúan la eficacia de los flujos de trabajo colaborativos. El enfoque metodológico se centra específicamente en la implementación de una planificación interoperable a través de la tecnología BIM 4D, que permite vincular dinámicamente el modelo tridimensional con la variable temporal, facilitando la visualización y optimización de secuencias constructivas. Esta aproximación responde a la imperativa necesidad de integrar eficientemente los diversos componentes del proyecto de construcción del Edificio "Mirador del Valle" en Azogues, Ecuador, abarcando desde la coordinación interdisciplinaria hasta la detección temprana de interferencias, la gestión de cambios en tiempo real y la toma de decisiones basada en datos precisos y actualizados.

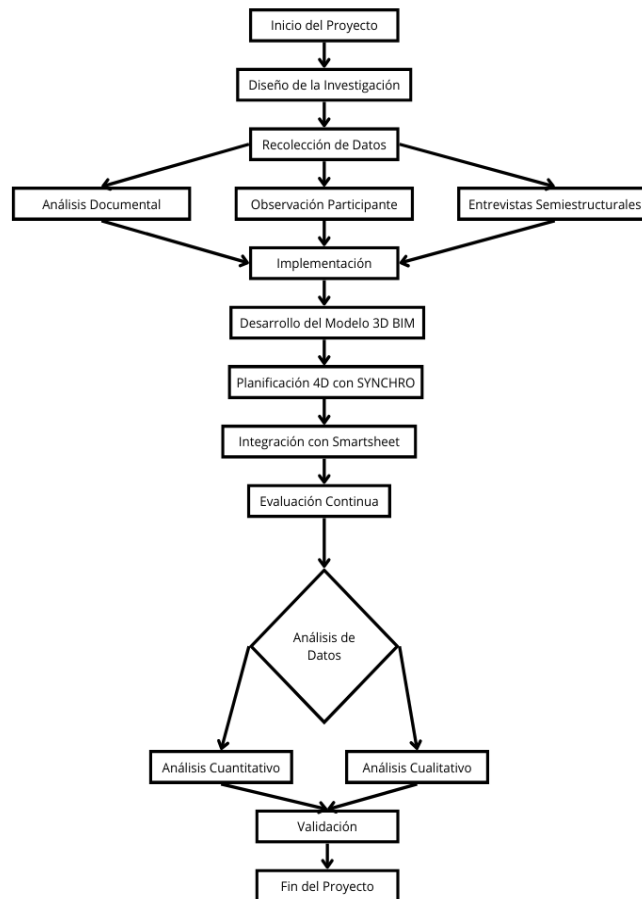


Figura 2.9 Diagrama de flujo Metodología. (Autoría)

La Figura 2.9 muestra un diagrama de flujo que representa la metodología de un proyecto de investigación relacionado con BIM (Building Information Modeling). El proceso sigue una secuencia lógica que comienza con el "Inicio del Proyecto" y continúa con el "Diseño de la Investigación". En la fase de "Recolección de Datos" se divide en tres métodos paralelos: "Análisis Documental", "Observación Participante" y "Entrevistas Semiestructurales", que luego convergen en la "Implementación". Posteriormente, se desarrolla el "Modelo 3D BIM", seguido de la "Planificación 4D con SYNCHRO" y la "Integración con Smartsheet". Después de la "Evaluación Continua", el proceso se bifurca en el "Análisis de Datos" que incluye tanto "Análisis Cuantitativo" como "Análisis Cualitativo". Estos análisis confluyen en la "Validación" y finalmente concluyen en el "Fin del Proyecto". El diagrama utiliza

rectángulos para los procesos y un rombo para el punto de decisión del análisis de datos, siguiendo una estructura clara y organizada.

2.2.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se basa en un estudio de caso único, centrado en el proyecto del Edificio "Mirador del Valle". Este enfoque permite un análisis en profundidad de la implementación de tecnologías BIM y planificación 4D en un contexto real de construcción en Ecuador. Como señalan (Azhar, 2011) y (Succar, 2009), la adopción de BIM implica desafíos significativos, especialmente en industrias con fuerte inclinación hacia métodos tradicionales, lo que justifica un estudio detallado de su implementación en este proyecto específico.

2.2.2. Recolección de datos

La recolección de datos se realiza a través de múltiples fuentes para garantizar una comprensión holística del proyecto:

- a) **Análisis documental:** Se examina el diseño arquitectónico existente, que constituye el punto de partida para el desarrollo de los modelos subsecuentes (estructural e hidrosanitario). Este análisis es crucial dado que, como se menciona en el documento, es el único estudio previo disponible.
- b) **Observación participante:** Los investigadores se involucran activamente en el proceso de implementación de la metodología BIM y la planificación 4D, registrando observaciones sobre la interacción entre los diferentes equipos y las dificultades encontradas durante el proceso.
- c) **Entrevistas semiestructuradas:** Se realizan entrevistas con los stakeholders clave del proyecto para obtener insights sobre sus experiencias con la nueva metodología y las herramientas implementadas.

2.2.3. Herramientas y técnicas

Las principales herramientas y técnicas utilizadas en este proyecto son:

- a) Building Information Modeling (BIM): Se utiliza para desarrollar un modelo 3D detallado del edificio, integrando los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones sanitarias. Esta técnica permite una representación digital completa del edificio, facilitando la detección de conflictos y la optimización del diseño (Azhar, 2011).
- b) SYNCHRO: Esta herramienta se emplea para la planificación 4D del proyecto. SYNCHRO permite vincular el modelo 3D con el cronograma de construcción, facilitando la visualización del progreso de la obra a lo largo del tiempo y la identificación de posibles conflictos en la secuencia de construcción.
- c) Smartsheet: Se utiliza como plataforma de gestión colaborativa para el proyecto. Smartsheet facilita la coordinación entre los diferentes equipos, el seguimiento del progreso y la gestión de recursos, alineándose con el objetivo de establecer un flujo de trabajo colaborativo e interoperable.
- d) Análisis de interoperabilidad: Se evalúa la capacidad de las diferentes herramientas (BIM, SYNCHRO, Smartsheet) para intercambiar y utilizar información de manera efectiva, un aspecto crucial para el éxito del proyecto según lo destacado en la problemática a resolver.

2.2.4. Proceso de implementación

El proceso de implementación se divide en las siguientes fases:

- a) Desarrollo del modelo 3D: Utilizando la metodología BIM, se crea un modelo detallado del edificio basado en el diseño arquitectónico existente. Este modelo se enriquece progresivamente con la información estructural e hidrosanitaria.

- b) Planificación 4D: Se vincula el modelo 3D con el cronograma de construcción utilizando SYNCHRO, creando una simulación visual del proceso de construcción a lo largo del tiempo.
- c) Integración con Smartsheet: Se establece un flujo de trabajo que integra la información del modelo BIM y la planificación 4D con Smartsheet, facilitando la gestión colaborativa del proyecto.
- d) Evaluación continua: Durante todo el proceso, se evalúan los beneficios y desafíos de la implementación, identificando áreas de mejora y lecciones aprendidas.

2.2.5. Análisis de datos

El análisis de datos se realiza de forma continua durante el proyecto, utilizando técnicas tanto cuantitativas como cualitativas:

- a) Análisis cuantitativo: Se evalúan métricas como el tiempo de detección y resolución de conflictos, la precisión en la estimación de recursos y el cumplimiento de plazos.
- b) Análisis cualitativo: Se analizan las percepciones de los stakeholders sobre la efectividad de la metodología implementada, los desafíos encontrados y las mejoras percibidas en la comunicación y coordinación.

2.2.6. Validación

La validación de los resultados se realiza mediante triangulación, comparando los datos obtenidos de las diferentes fuentes (observaciones, entrevistas, métricas del proyecto) para asegurar la robustez de las conclusiones.

2.2.7. Trabajo de campo

El proyecto Edificio "Mirador del Valle" en Azogues muestra una evolución significativa a través de tres reuniones técnicas claves desarrolladas entre septiembre y octubre de 2024. Iniciando con un terreno de 392.70 m² y parámetros urbanísticos definidos (COS 75%, COT 205%, 3 pisos), el proyecto experimentó

una transformación en su sistema constructivo, pasando de hormigón armado a estructura metálica A36, permitiendo optimizar el diseño para albergar 6 departamentos por piso de 48.82 m² promedio. El presupuesto se ajustó de \$320,000 a \$335,000 USD, con un financiamiento aprobado del 40% por Mutualista Pichincha a una tasa del 8.5% anual. La implementación de metodología BIM 4D y un Common Data Environment (CDE) fortaleció la planificación interoperable, mientras que la incorporación de elementos sostenibles como paneles solares y sistema de tratamiento de aguas grises mejoró el perfil medioambiental del proyecto. El cronograma se extiende de 8 a 10 meses, contemplando fases de cimentación, estructura, acabados y pruebas, todo ello respaldado por un riguroso plan de seguridad ocupacional y una matriz de gestión de riesgos. La documentación más detallada se encuentra en los **Anexo 1** (Actas de reuniones).

2.2.8. Trabajo de laboratorio o gabinete

Se llevó a cabo un análisis exhaustivo del modelo arquitectónico bidimensional definitivo. Este proceso se realizó con el objetivo de desarrollar los diseños estructurales e hidrosanitarios de manera coherente y coordinada con la propuesta arquitectónica. La evaluación del modelo 2D sirvió como base fundamental para la subsecuente elaboración de los sistemas estructurales y de instalaciones hidrosanitarias, garantizando así la integración efectiva de todas las disciplinas involucradas en el proyecto.

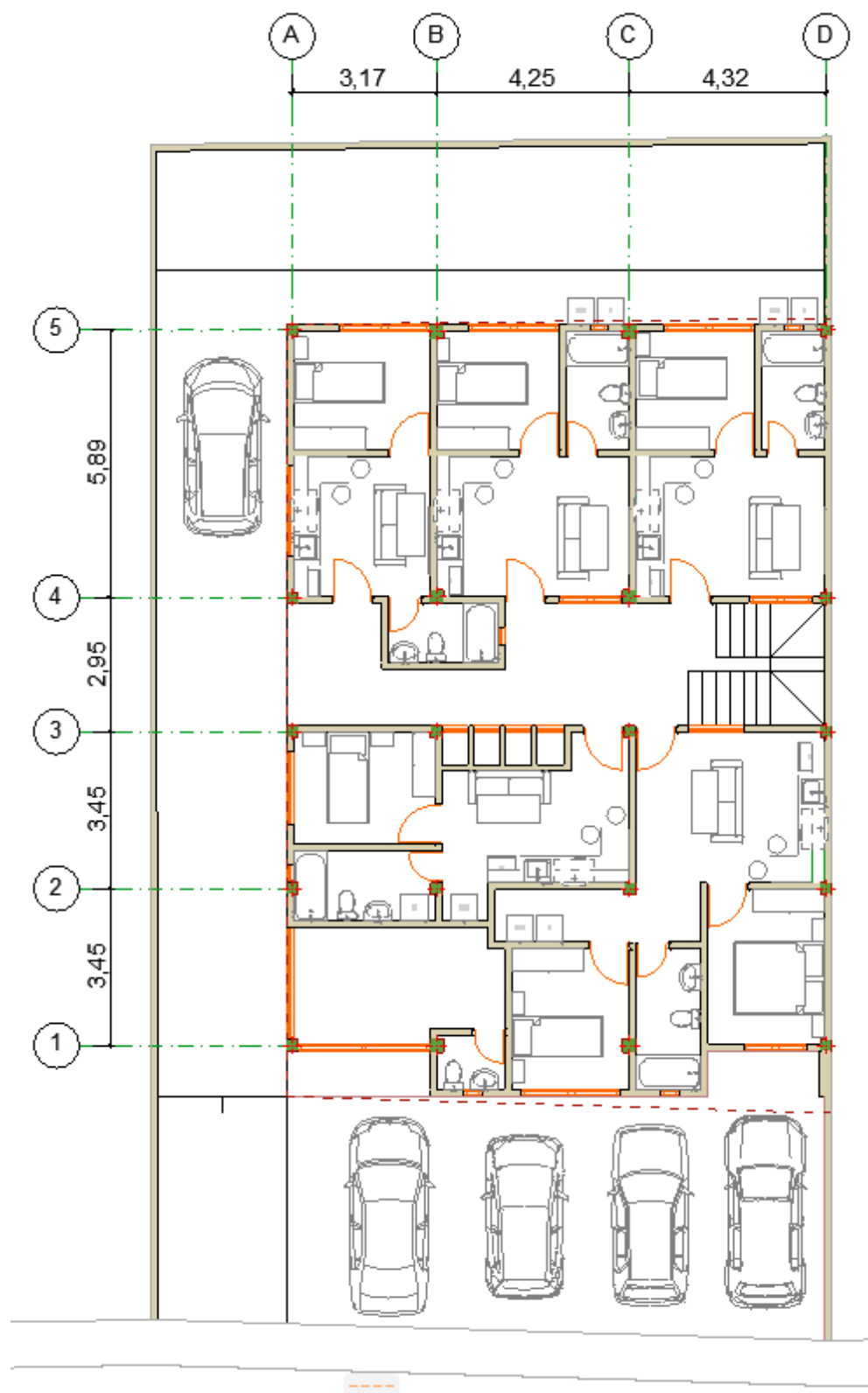


Figura 2.10 Captura de pantalla de Autodesk Civil 3D Modelo arquitectónico en 2D Planta baja

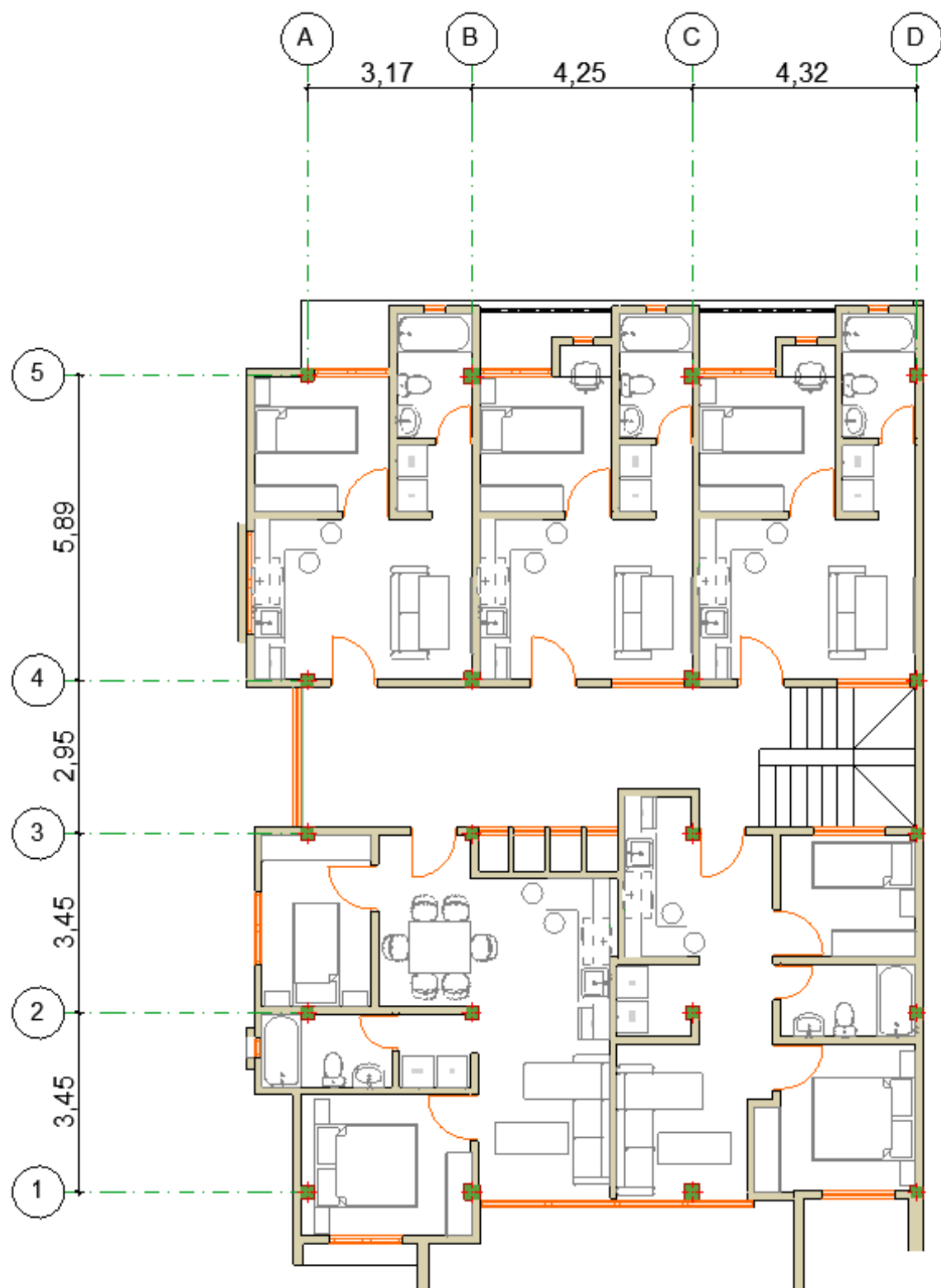


Figura 2.11 Captura de pantalla de Autodesk Civil 3D Modelo arquitectónico en 2D
Primera y Segunda Planta Alta

Tras la fase de revisión, se procedió a la implementación del modelado tridimensional utilizando el software Revit. Es importante destacar que los modelos generados se fundamentan en los estudios preliminares previamente ejecutados. Este enfoque asegura que el modelado 3D refleje con precisión los datos y consideraciones obtenidos en las etapas anteriores del proyecto.

2.2.8.1 MODELO ARQUITECTÓNICO



Figura 2.12 Render de Autodesk Revit Modelo Arquitectónico en 3D Planta Baja



Figura 2.13 Render de Autodesk Revit Modelo Arquitectónico en 3D Primera Planta Alta



Figura 2.14 Render de Autodesk Revit Modelo Arquitectónico en 3D Segunda Planta Alta



Figura 2.15 Render de Autodesk Revit Modelo Arquitectónico en 3D

2.2.8.2 MODELO ESTRUCTURAL

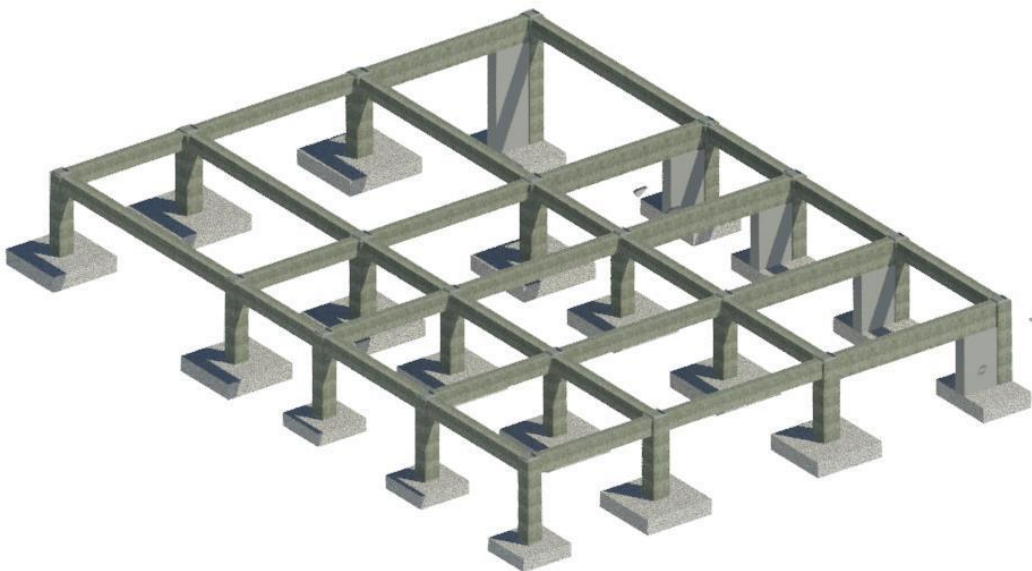


Figura 2.16 Render de Autodesk Revit Modelo Estructural en 3D Cimentación

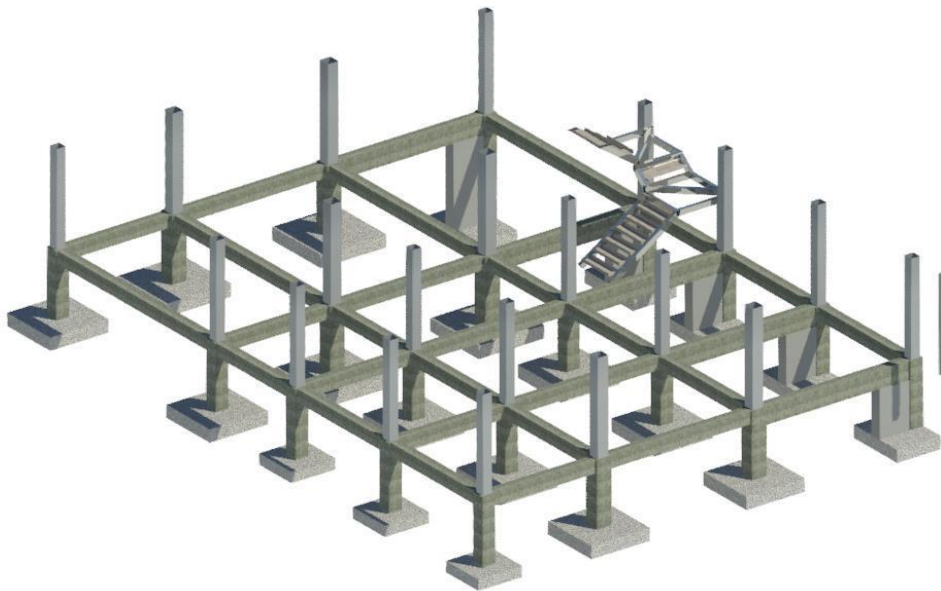


Figura 2.17 Render de Autodesk Revit Modelo Estructural en 3D Planta Baja

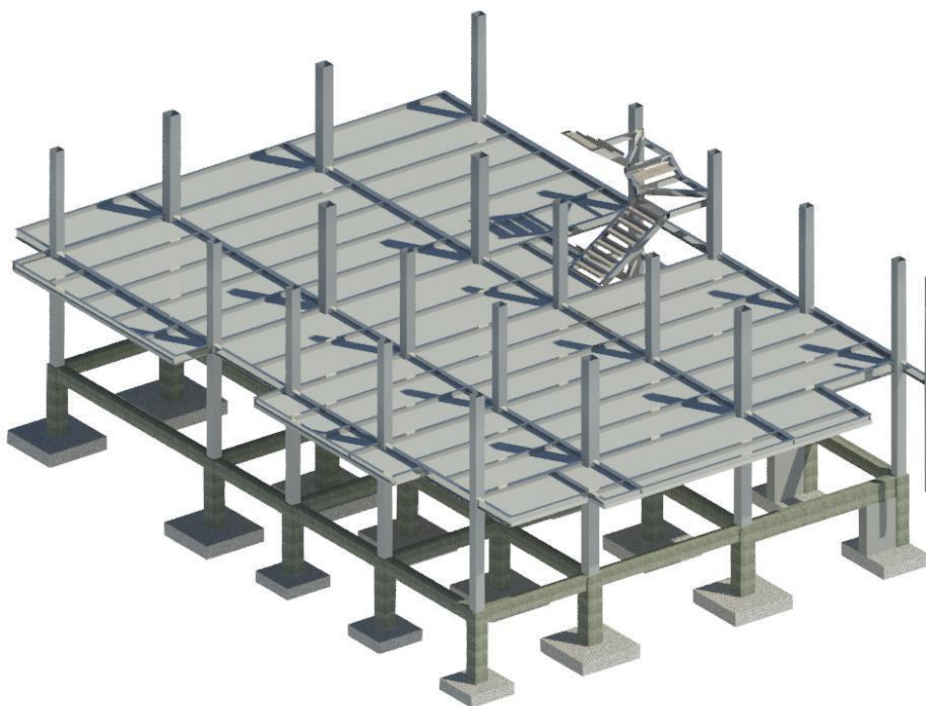


Figura 2.18 Render de Autodesk Revit Modelo Estructural en 3D Primera Planta Alta

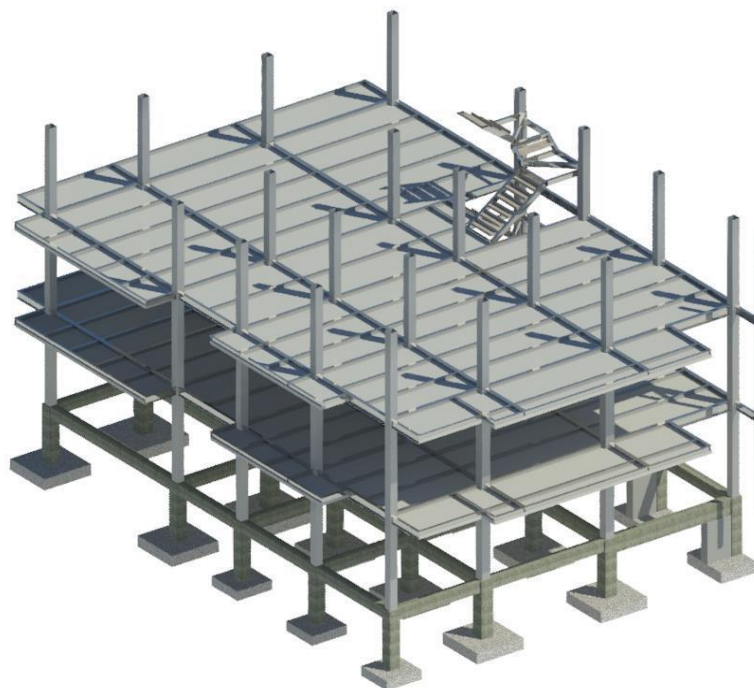


Figura 2.19 Render de Autodesk Revit Modelo Estructural en 3D Segunda Planta Alta

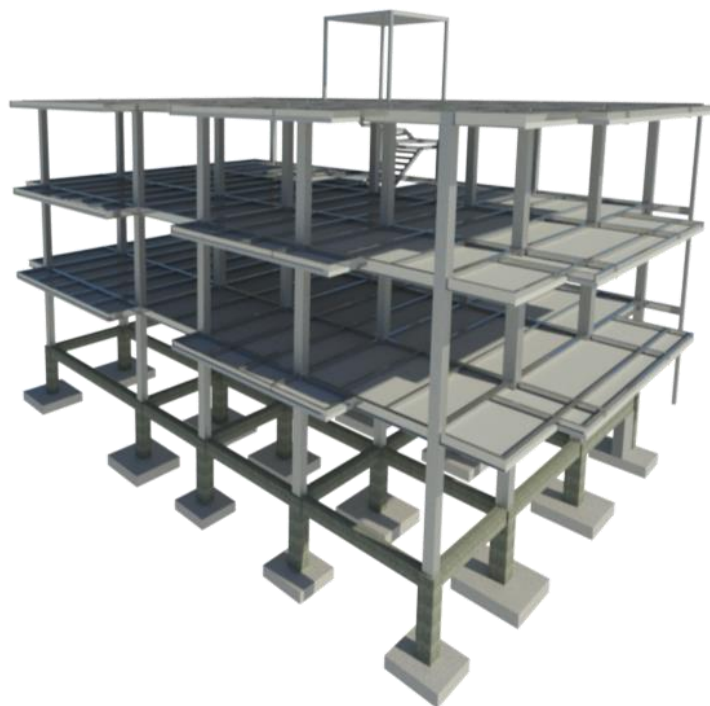


Figura 2.20 Render de Autodesk Revit Modelo Hidrosanitario en 3D

2.2.8.3 MODELO HIDROSANITARIO

La ejecución de las tareas asignadas se llevó a cabo en estricta conformidad con los plazos estipulados en la plataforma de gestión de proyectos Smartsheet. Esta herramienta de colaboración en línea fue utilizada para la planificación, seguimiento y control del cronograma del proyecto, asegurando así:

- Una gestión eficiente de las interdependencias entre tareas.
- Un monitoreo en tiempo real del progreso del proyecto.
- Una comunicación efectiva entre los miembros del equipo sobre los hitos.

La capacidad de ajustar dinámicamente el cronograma según las necesidades del proyecto.

La adherencia a los plazos establecidos en Smartsheet contribuyó significativamente a la ejecución puntual y coordinada de las diversas fases del proyecto.

Tras la elaboración de los modelos seccionales, se procedió a realizar un análisis de interferencias entre los diversos componentes estructurales a intervenir, específicamente vigas y columnas, y los elementos hidrosanitarios y arquitectónicos. Las colisiones identificadas fueron resueltas mediante sesiones de coordinación interdisciplinaria y procesos iterativos de retroalimentación entre los equipos de ingeniería estructural, hidrosanitaria y arquitectura. Se enlistan las interferencias encontradas:

- Intersección de redes hidráulicas con elementos portantes: Se detectaron interferencias entre las tuberías de suministro de agua potable y los componentes estructurales principales, específicamente vigas y columnas.
- Omisión de espacios técnicos en el modelado estructural: En la fase de modelado tridimensional de la estructura, se evidenció una falta de consideración de los espacios destinados a ductos técnicos, lo cual no se reflejó adecuadamente en el modelo 3D inicial.
- Conflictos entre instalaciones sanitarias y elementos verticales de carga: Se identificaron colisiones entre los componentes del sistema sanitario y las

columnas estructurales, lo que requiere una revisión y ajuste en la disposición de estos elementos.

Una vez finalizados los modelos definitivos, se procedió a la elaboración del cronograma de ejecución de obras, fundamentado en los rendimientos previamente establecidos. Este proceso permitió determinar con precisión el plazo de ejecución del proyecto.

Adicionalmente, se implementó una metodología de planificación 4D utilizando el software SYNCHRO. Este enfoque implicó la vinculación sistemática de cada elemento discretizado del modelo tridimensional con su correspondiente rubro en el programa de ejecución de obras. Esta integración se realizó considerando meticulosamente la secuencia lógica y óptima de las actividades constructivas, lo que permite una visualización dinámica del progreso del proyecto a lo largo del tiempo.

La utilización de SYNCHRO 4D facilita:

- La sincronización precisa entre el modelo 3D y el cronograma de obra.
- La detección temprana de posibles conflictos en la secuencia constructiva.
- Una planificación más eficiente de los recursos y logística del proyecto.
- La optimización de la secuencia de trabajos para maximizar la eficiencia y minimizar interferencias.

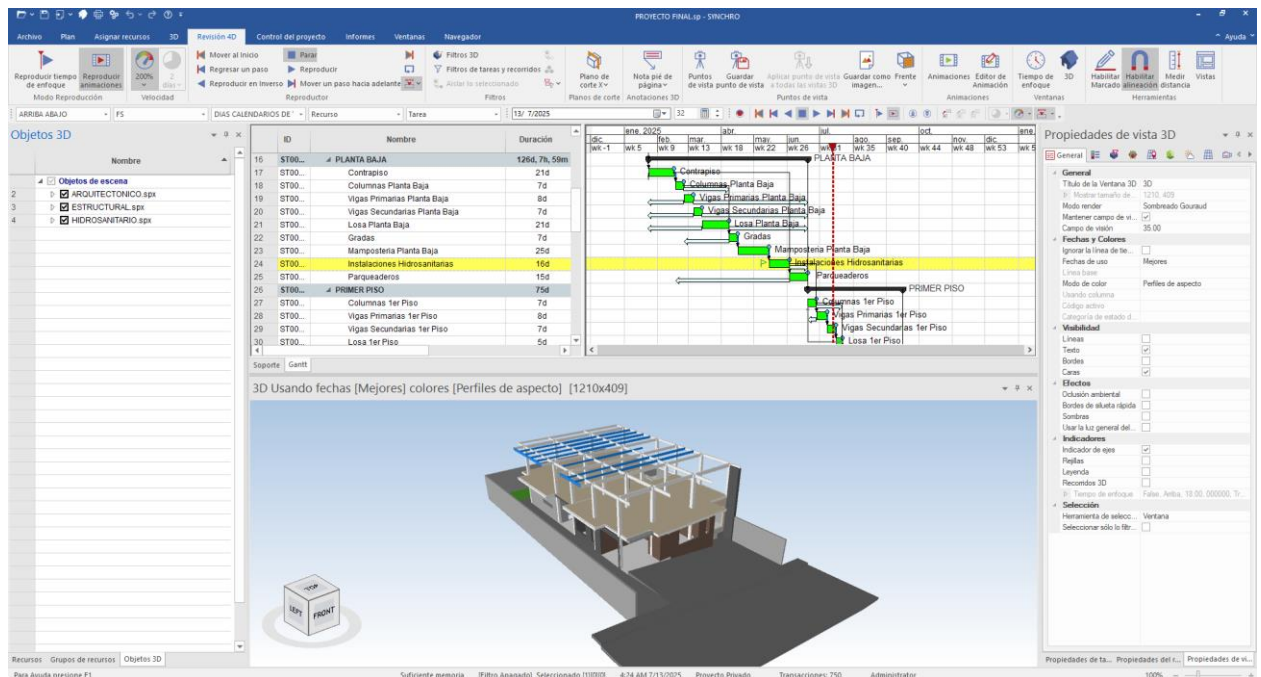


Figura 2.21 Captura de pantalla de Bentley Synchro 4D Pro – Planificación Proyecto Mirador del Valle

2.2.9. Solución a diseñar

Adopción de Tecnologías BIM: Se implementará la metodología Building Information Modeling (BIM) para facilitar la creación y gestión de modelos digitales del edificio. Esto permitirá una visualización integral del proyecto, mejorando la coordinación entre las diferentes disciplinas (arquitectura, estructura, instalaciones) y reduciendo errores en la fase de construcción.

Planificación 4D: Se utilizará la planificación 4D, que integra el tiempo al modelo BIM, permitiendo simular el proceso de construcción a lo largo del tiempo. Esto ayudará a identificar posibles conflictos y optimizar la secuencia de actividades, lo que es crucial para cumplir con los plazos establecidos.

Recolección de Datos: Se llevará a cabo un análisis exhaustivo del diseño arquitectónico existente y se realizarán observaciones participativas durante la implementación de BIM. Esto incluye entrevistas semiestructuradas con los stakeholders para obtener información sobre sus experiencias y desafíos, lo que permitirá ajustar las estrategias de implementación.

Gestión de la Comunicación: Se establecerá un plan de comunicación claro con todos los involucrados en el proyecto, incluyendo la comunidad local. Esto es fundamental para minimizar las molestias y asegurar que todos los stakeholders estén alineados con los objetivos del proyecto.

Análisis de Interferencias: Se coordinará con el equipo de BIM para realizar un análisis de interferencias utilizando el modelo BIM. Esto permitirá identificar y resolver conflictos antes de que se conviertan en problemas durante la construcción.

Capacitación del Equipo: Se capacitará al equipo en el uso del entorno de datos compartidos (CDE) y las herramientas BIM, asegurando que todos los miembros del equipo estén familiarizados con las tecnologías y metodologías implementadas.

Monitoreo y Evaluación Continua: Se implementará un sistema de monitoreo constante del progreso de la obra, utilizando herramientas como SYNCHRO y Smartsheet para gestionar el cronograma y el presupuesto. Esto permitirá realizar ajustes en tiempo real y asegurar que el proyecto se mantenga dentro de los parámetros establecidos.

Triangulación de Datos: Se validaron los resultados mediante la triangulación de datos obtenidos de diversas fuentes, lo que reforzará la fiabilidad de los hallazgos y permitirá identificar áreas de mejora para futuros proyectos.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS

Establecimiento de un flujo de trabajo colaborativo e interoperable que involucre a todos los participantes clave, mejorando la comunicación, la coordinación y la toma de decisiones en tiempo real.

Obtención de un modelo 3D detallado e integrado del edificio, incluyendo todos los componentes arquitectónicos, estructurales y de ingeniería. Este modelo servirá como base para la planificación 4D y la visualización del avance de obra.

Implementación exitosa de la planificación 4D del proyecto, vinculando el modelo 3D con el cronograma de construcción y los recursos asignados. Esto permitirá visualizar de manera dinámica y anticipada el proceso de construcción, facilitando la toma de decisiones y la coordinación entre los diferentes actores involucrados.

Obtención de informes, visualizaciones y presentaciones atractivas y efectivas, generadas a partir de las herramientas utilizadas, que permitan comunicar de manera clara el progreso y el estado del proyecto a los clientes y demás interesados.

Identificación clara de los beneficios y desafíos encontrados durante la implementación del enfoque de gestión colaborativa e interoperable mediante la planificación 4D. Esto incluirá aspectos como la optimización de la planificación, la mejora en la comunicación y coordinación entre equipos.

Determinación de áreas de mejora y lecciones aprendidas valiosas, que puedan ser aplicadas en futuros proyectos de construcción similares. Estas lecciones

aprendidas servirán como buenas prácticas para maximizar los beneficios y enfrentar de manera más efectiva los desafíos en la construcción.

3.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El proyecto del Edificio "Mirador del Valle" ha logrado establecer un flujo de trabajo colaborativo e interoperable que involucra a todos los participantes clave. Este enfoque ha mejorado significativamente la comunicación, la coordinación y la toma de decisiones en tiempo real, lo que es fundamental en un entorno de construcción donde los cambios son frecuentes y las decisiones deben tomarse rápidamente. La implementación de herramientas como Smartsheet ha facilitado la gestión de recursos y el seguimiento del progreso, alineándose con el objetivo de optimizar la ejecución del proyecto.

La creación de un modelo 3D detallado e integrado del edificio ha sido un hito importante en el desarrollo del proyecto. Utilizando la metodología BIM, se ha logrado una representación digital completa que incluye todos los componentes arquitectónicos, estructurales y de instalaciones sanitarias. Este modelo no solo permite la detección de conflictos antes de la construcción, sino que también optimiza el diseño y mejora la calidad del resultado final. La integración de este modelo con la planificación 4D a través de SYNCHRO ha proporcionado una visualización clara del progreso de la obra, facilitando la identificación de posibles conflictos en la secuencia de construcción.

Las especificaciones técnicas son un componente esencial en la construcción del Edificio "Mirador del Valle". Estas especificaciones incluyen normas, códigos, reglamentos, cantidades, dimensiones, equipos y maquinarias que se aplican a todos los elementos contemplados en los diseños. La adherencia a estas especificaciones garantiza que el proyecto cumpla con los estándares de calidad y seguridad requeridos por la normativa vigente. En este sentido, se han revisado los parámetros urbanísticos y normativos aplicables, confirmando aspectos como la altura máxima permitida, los retiros y los coeficientes de ocupación del suelo (COS) y de ocupación total (COT), además de las normativas pertinentes NORMA

ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION (NEC). Este cumplimiento normativo es crucial para evitar contratiempos legales y asegurar la viabilidad del proyecto.

El análisis del cronograma y presupuesto preliminar ha sido fundamental para la planificación del proyecto. Se ha presentado un cronograma utilizando el método de la ruta crítica (CPM), con una duración estimada de 10 meses meses. La discusión sobre la implementación de técnicas de seguimiento rápido ha permitido optimizar el tiempo de ejecución, lo que es vital en un contexto donde los plazos son ajustados. Además, el presupuesto inicial, basado en costos paramétricos de proyectos similares, ha sido validado con la confirmación de financiamiento por parte de Mutualista Pichincha, lo que asegura la disponibilidad de recursos para el desarrollo del proyecto.

La evaluación de los sistemas constructivos y las consideraciones técnicas ha sido un proceso continuo durante la implementación del proyecto. Se han analizado las herramientas y técnicas utilizadas, destacando la importancia de la interoperabilidad entre BIM, SYNCHRO y Smartsheet. Este análisis ha permitido identificar áreas de mejora y lecciones aprendidas, lo que es esencial para la optimización de futuros proyectos. La validación de los resultados se ha realizado mediante triangulación, comparando datos obtenidos de diversas fuentes, lo que refuerza la fiabilidad de los hallazgos.

Especificaciones técnicas

Normas y Códigos Aplicables

Para la construcción del Edificio "Mirador del Valle", se han considerado las siguientes normas y códigos pertinentes en Ecuador:

- Código Nacional de la Construcción (CNC): Establece los requisitos mínimos de seguridad y habitabilidad en las edificaciones.
- Normas Ecuatorianas de Construcción (NEC): Incluyen especificaciones sobre materiales, métodos de construcción y criterios de diseño estructural.

- Reglamento de Construcción del Municipio de Azogues: Normativa local que regula aspectos urbanísticos y de edificación en la ciudad.
- Normas de Diseño Sismo-Resistente (NTE E-030): Proporcionan directrices para el diseño de estructuras que deben resistir sismos, considerando la ubicación geográfica del proyecto.

Descripción General de los Diseños

El diseño del Edificio "Mirador del Valle" incluye los siguientes elementos:

- Diseño Arquitectónico: Se ha desarrollado un diseño que contempla la funcionalidad y estética del edificio, incluyendo la distribución de espacios, accesibilidad y cumplimiento de normativas urbanísticas. Las dimensiones generales del edificio son de 15 metros de altura, con un área total construida de 1,200 m².
- Diseño Estructural: Se ha realizado un análisis estructural que considera las cargas permanentes y variables, así como las fuerzas sísmicas. Se utilizarán columnas de concreto armado con unas dimensiones de 30x30 cm y vigas de 20x30 cm también utilizando secciones de columnas y vigas de acero A36, garantizando la estabilidad y resistencia del edificio.
- Diseño Hidrosanitario: Este diseño incluye la planificación de sistemas de agua potable, desagüe y drenaje. Se utilizarán tuberías de PVC de 4" para desagües y de ½ a 1" para agua potable, cumpliendo con las normativas de calidad y seguridad.

Cantidades y Dimensiones

Las cantidades y dimensiones de los materiales y elementos a utilizar en la construcción son las siguientes:

- Concreto: Se estima un volumen de 150 m³ de concreto para la estructura, utilizando una mezcla de resistencia mínima de 210 kg/cm².

- Acero de Refuerzo: Se utilizarán aproximadamente 5,000 kg de acero de refuerzo, con varillas de diferentes diámetros (10 mm, 12 mm y 16 mm) según el diseño estructural.
- Bloques: Se prevé el uso de 20,000 bloques para la construcción de muros, cumpliendo con las especificaciones de resistencia y durabilidad.
- Acero estructural A36

Los rubros mencionados anteriormente constituyen los componentes más significativos en términos de impacto financiero para la totalidad del proyecto. Específicamente:

- Representatividad presupuestaria: Estos ítems comprenden una proporción sustancial del presupuesto total del proyecto, indicando su importancia crítica en la estructura de costos global.
- Enfoque de gestión: Dada su preponderancia económica, estos rubros requieren un monitoreo más riguroso y un control de costos más estricto para mantener la viabilidad financiera del proyecto.
- Implicaciones para la planificación: La identificación de estos rubros como los más representativos en costos sugiere que deberían ser objeto de especial atención en la planificación de recursos, la gestión de riesgos y las estrategias de optimización de costos.

Equipos y Maquinarias

Para la ejecución del proyecto, se emplearán los siguientes equipos y maquinarias:

- Excavadora: Para la preparación del terreno y excavaciones necesarias para los cimientos.
- Hormigonera: Para la mezcla y vertido de concreto en la estructura.
- Grúa: Para el levantamiento de materiales pesados y elementos estructurales.
- Compresora: Para la instalación de sistemas de aire comprimido en herramientas neumáticas.
- Herramienta menor

3.3 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Se detalla el proceso para implementar una planificación interoperable y colaborativa en la construcción del edificio "Mirador del Valle". La solución se estructuró en varias etapas clave, utilizando herramientas avanzadas y metodologías innovadoras, con un enfoque en la optimización de recursos y la eficiencia constructiva. A continuación, se presentan los puntos más relevantes de la solución:

1. Desarrollo de modelos BIM integrados:

- Se crearon modelos tridimensionales detallados que incluyeron aspectos arquitectónicos, estructurales e hidrosanitarios, utilizando Autodesk Revit.
- Los modelos generados se encuentran en los anexos, específicamente en **Anexo 2** (modelos arquitectónicos), **Anexo 3** (modelos estructurales) y **Anexo 4** (modelos hidrosanitarios).

2. Planificación 4D:

- La planificación temporal del proyecto se integró con los modelos BIM mediante SYNCHRO, generando un cronograma dinámico que permitió visualizar la secuencia constructiva y prever posibles conflictos.
- Las simulaciones de avance de obra y cronogramas generados están en **Anexo 5**.

3. Gestión colaborativa y seguimiento:

- Se empleó la plataforma Smartsheet como entorno de datos compartidos (CDE), facilitando la coordinación y comunicación entre los equipos técnicos.
- La herramienta permitió un seguimiento en tiempo real del progreso del proyecto, con reportes y actualizaciones constantes. Los informes de gestión colaborativa se detallan en **Anexo 6**.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se logró implementar un flujo de trabajo colaborativo que involucró a todos los stakeholders relevantes, lo que mejoró significativamente la comunicación, la coordinación y la toma de decisiones en tiempo real. La utilización de herramientas como Smartsheet facilitó la gestión de recursos y el seguimiento del progreso, permitiendo una respuesta ágil ante los cambios y desafíos que surgieron durante el desarrollo del proyecto. Este enfoque colaborativo ha demostrado ser fundamental para optimizar la ejecución del proyecto y minimizar errores.

Se obtuvo un modelo 3D detallado e integrado del Edificio "Mirador del Valle", que incluye todos los componentes arquitectónicos, estructurales y de ingeniería. Este modelo no solo sirvió como base para la planificación 4D. La integración de los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones sanitarias en un solo modelo facilitó la identificación de posibles conflictos y la optimización de los procesos constructivos.

La planificación 4D se implementó con éxito, vinculando el modelo 3D con el cronograma de construcción y los recursos asignados. Esta vinculación permitió visualizar el proceso de construcción de manera anticipada, facilitando la toma de decisiones y la coordinación entre los diferentes actores involucrados. La planificación 4D demostró ser una herramienta valiosa para la gestión del tiempo y la identificación de posibles retrasos, contribuyendo a una ejecución más eficiente del proyecto.

Se lograron obtener informes, visualizaciones y presentaciones atractivas y efectivas que comunicaron de manera clara el progreso y el estado del proyecto a los clientes y demás interesados. Estas herramientas de comunicación no solo mejoraron la transparencia del proyecto, sino que también facilitaron la toma de decisiones informadas por parte de los stakeholders.

A lo largo del proyecto, se identificaron claramente los beneficios y desafíos asociados con la implementación del enfoque de gestión colaborativa e interoperable. Los beneficios incluyeron la optimización de la planificación, la mejora en la comunicación y coordinación entre equipos, así como la reducción de errores. Por otro lado, los desafíos enfrentados proporcionaron lecciones valiosas que pueden ser aplicadas en futuros proyectos, contribuyendo a la mejora continua en la industria de la construcción.

El análisis de los resultados permitió identificar áreas de mejora y lecciones aprendidas que son esenciales para maximizar los beneficios y enfrentar de manera más efectiva los desafíos en la construcción. Estas lecciones servirán como buenas prácticas para futuros proyectos, promoviendo la innovación y la adopción de tecnologías avanzadas en el sector.

En conclusión, el proyecto del Edificio "Mirador del Valle" ha demostrado que la implementación de tecnologías BIM y metodologías de gestión colaborativa no solo mejora la eficiencia y productividad en la construcción, sino que también contribuye al desarrollo de prácticas más sostenibles y resilientes en la industria. La experiencia adquirida en este proyecto establece un precedente importante para la modernización del sector de la construcción en Ecuador y en otros países en desarrollo.

Recomendaciones

Se recomienda continuar promoviendo un enfoque de trabajo colaborativo que involucre a todos los stakeholders desde las etapas iniciales del proyecto. Esto incluye la implementación de plataformas digitales que faciliten la comunicación y el intercambio de información en tiempo real. Además, se sugiere realizar capacitaciones periódicas para todos los participantes en el uso de estas herramientas, asegurando que todos estén alineados y puedan aprovechar al máximo las capacidades de colaboración.

Para futuros proyectos, se recomienda invertir en la creación de modelos 3D más detallados y precisos, integrando no solo los planos arquitectónicos y estructurales, sino también aspectos de sostenibilidad y eficiencia energética. Esto permitirá una mejor visualización y planificación, así como la identificación temprana de conflictos en el diseño. Además, se sugiere utilizar software de modelado que permita simulaciones de diferentes escenarios de construcción.

Se aconseja seguir utilizando la planificación 4D en proyectos futuros, pero con un enfoque en la mejora continua de los cronogramas y la asignación de recursos. Es fundamental realizar revisiones periódicas del cronograma en función del avance real de la obra y ajustar los planes según sea necesario. La integración de análisis de riesgos en la planificación 4D también puede ayudar a anticipar y mitigar posibles retrasos.

Se recomienda establecer un sistema estandarizado para la generación de informes y visualizaciones que permita comunicar el progreso del proyecto de manera clara y efectiva. Esto incluye el uso de dashboards interactivos que faciliten la comprensión del estado del proyecto para todos los stakeholders. La retroalimentación de los usuarios sobre la utilidad de estos informes debe ser considerada para realizar mejoras continuas.

Es crucial que cada proyecto incluya un proceso formal para la identificación y documentación de lecciones aprendidas. Se recomienda realizar sesiones de revisión al finalizar cada fase del proyecto, donde se discutan los éxitos y desafíos enfrentados. Esta información debe ser recopilada y compartida con el equipo y otros proyectos, creando un repositorio de buenas prácticas que beneficie a la organización en su conjunto.

Se sugiere que las empresas de construcción mantengan una mentalidad abierta hacia la innovación y la adopción de nuevas tecnologías. Esto incluye la exploración de herramientas emergentes en la industria, como la inteligencia artificial y la realidad aumentada, que pueden complementar las metodologías BIM y la planificación 4D. La inversión en investigación y desarrollo en estas áreas puede proporcionar ventajas competitivas significativas.

Finalmente, se recomienda que todos los proyectos futuros consideren prácticas de construcción sostenibles desde el inicio. Esto incluye la selección de materiales eco-amigables, la implementación de técnicas de construcción que minimicen el desperdicio y la consideración de la eficiencia energética en el diseño. La sostenibilidad no solo es un imperativo ético, sino que también puede resultar en beneficios económicos a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Mínguez, R. P. (2018). Estudio de soluciones para la definición y ordenación de un aparcamiento subterráneo con modelos BIM. Caso práctico desarrollado en la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPV. *Spanish journal of BIM*, 20.
- Azhar, S. (2011). *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry* (Vol. 11, Número 3).
- BuildingSmart Spain. (2024). ¿Qué es BIM? *BuildingSmart Spanish Chapter*.
- Doukari, O., Seck, B., & Greenwood, D. (2022). The Creation of Construction Schedules in 4D BIM: A Comparison of Conventional and Automated Approaches. *Buildings*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/buildings12081145>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors* (John Wiley & Sons., Ed.; 2.^a ed.).
- Fischer, M., Ashcraft, H. W., Reed, D., & Khanzode, A. (2017). *Integrating Project Delivery*. (John Wiley & Sons, Ed.).
- Gerges, M., Matarneh, R., Suszyńska, K., Garrity, S., & Matarneh, S. (2017). *Building Information Modeling (BIM) in the Middle East and North Africa (MENA) region: An exploratory study*. *International Journal of Architecture, Engineering and Construction*. 1-9.
- Grilo, A., & Jardim-Goncalves, R. (2010). Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. *Automation in Construction*, 19(5), 522-530. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.11.003>
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and construction management: Proven tools, methods, and workflows* (John Wiley & Sons.).
- Martín-Dorta, N., GonzálezdeChaves-Assef, P., Roldán-Méndez, M., Martín-Dorta, N., GonzálezdeChaves-Assef, P., & Roldán-Méndez, M. (2014). Building information modeling (BIM): Una oportunidad para transformar la industria de la construcción. *Spanish Journal of Building Information Modeling*, 14.
- Messi, L., De Soto, B. G., Carbonari, A., & Naticchia, B. (2022). Intelligent BIM-based spatial conflict simulators: A comparison with commercial 4D tools. *Proceedings of the*

International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 2022-July, 550-557. <https://doi.org/10.22260/isarc2022/0078>

Muñoz Garcia, G. (2020). *Interoperabilidad en el entorno BIM*.

Naciones Unidas. (2015). *OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE*.

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

Xue, X., Shen, Q., & Ren, Z. (s. f.). *Critical Review of Collaborative Working in Construction Projects: Business Environment and Human Behaviors*. <https://doi.org/10.1061/ASCEME.1943-5479.0000025>

PLANOS Y ANEXOS

ANEXO 1

Acta de Reunión Técnica - Proyecto Edificio "Mirador del Valle"

Fecha: 15 de septiembre de 2024

Hora: 09:00 - 11:00

Lugar: Sala de Juntas de la Constructora

Código de Proyecto: MV-2024-001

Asistentes:

- Ing. Cristhian Pinos (Director del Proyecto y Jefe de Construcción - DP/JC)
- Arq. Hernán Haro (Arquitecto Diseñador Principal - ADP)
- Ing. Juan José Carangui (Ingeniero Civil Estructural - ICE)
- Ing. Cristhian González (Ingeniero Civil Sanitario - ICS)
- Representante GAD Municipal Azogues (GAD)
- Representante Financiero Mutualista Pichincha (RF)

Orden del Día:

1. Presentación técnica del anteproyecto arquitectónico y estructural
2. Revisión de parámetros urbanísticos y normativa aplicable
3. Análisis de cronograma y presupuesto preliminar
4. Evaluación de sistemas constructivos y consideraciones técnicas

Desarrollo de la Sesión:

1. Presentación técnica del anteproyecto arquitectónico y estructural
 - El ADP presentó los planos preliminares en escala 1:100, incluyendo plantas arquitectónicas, alzados y secciones.

- Se analizó la implantación del edificio en el terreno con clave catastral 5410101780320000, área de 392.70 m².
- El ICE expuso las consideraciones geotécnicas preliminares y el predimensionamiento estructural inicial.

2. Revisión de parámetros urbanísticos y normativa aplicable

- Se confirmaron los siguientes parámetros urbanísticos:
 - Altura máxima permitida: 3 pisos
 - Retiros: Frontal 5m, Lateral 3m, Posterior 4m
 - COS máximo: 75%
 - COT máximo: 205%
 - Adosamiento: Pareada al ESTE
- El RGA verificó el cumplimiento de estos parámetros en el anteproyecto presentado.
- Se discutió la optimización del diseño para aprovechar al máximo el COS y COT permitidos.

3. Análisis de cronograma y presupuesto preliminar

- El DP/JC presentó un cronograma preliminar utilizando el método de la ruta crítica (CPM), con una duración estimada de 8 meses $\pm$ 2 meses.
- Se discutió la necesidad de implementar técnicas de fast-tracking para optimizar el tiempo de ejecución.
- Se presentó un presupuesto inicial basado en costos paramétricos de proyectos similares (el monto exacto está pendiente de cálculo detallado).
- El RF de Mutualista Pichincha confirmó la disponibilidad de financiamiento para el 40% del presupuesto total del proyecto, solicitando un plan detallado de inversión y flujo de caja.

4. Evaluación de sistemas constructivos y consideraciones técnicas

- Se debatieron las opciones de construcción, considerando el sistema aporticado en hormigón armado como la opción más viable debido a la altura y características del proyecto.
- El ICE propuso un diseño preliminar con hormigón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.
- El ICS presentó consideraciones preliminares para el sistema hidrosanitario, enfatizando la importancia de un sistema eficiente de recolección de aguas lluvias debido a las características pluviométricas de Azogues.

Resoluciones y Tareas Asignadas:

1. ADP: Optimizar el diseño arquitectónico para maximizar el aprovechamiento del COS y COT permitidos. Plazo: 10 días.
2. ICE: Realizar el análisis estructural preliminar y presentar alternativas de cimentación. Plazo: 14 días.
3. ICS: Elaborar un anteproyecto del sistema hidrosanitario, incluyendo el sistema de recolección de aguas lluvias. Plazo: 14 días.
4. DP/JC: Desarrollar un cronograma detallado y un presupuesto preliminar basado en las especificaciones actualizadas. Plazo: 7 días.
5. RF: Presentar las condiciones detalladas del financiamiento del 40%, incluyendo tasas de interés y plazos. Plazo: 10 días.

Próxima Reunión: 29 de octubre de 2024, 09:00

Lugar: Oficina de Proyectos - Constructora

Acta elaborada por: Ing. Cristhian Pinos, PMP

Acta de Reunión Técnica - Proyecto Edificio "Mirador del Valle"

Fecha: 29 de septiembre de 2024

Hora: 09:00 - 11:30

Lugar: Oficina de Proyectos - Constructora

Código de Proyecto: MV-2024-001

Asistentes:

- Ing. Cristhian Pinos (Director del Proyecto y Jefe de Construcción - DP/JC)
- Arq. Hernán Haro (Arquitecto Diseñador Principal - ADP)
- Ing. Juan José Carangui (Ingeniero Civil Calculista Estructural - ICE)
- Ing. Cristhian González (Ingeniero Civil Sanitario - ICS)
- Representante GAD Azogues (RGA)
- Representante Financiero Mutualista Pichincha (RF)

Orden del Día:

1. Revisión de avances en el diseño arquitectónico
2. Presentación del análisis estructural preliminar
3. Exposición del anteproyecto hidrosanitario
4. Análisis del cronograma y presupuesto actualizado
5. Revisión de las condiciones de financiamiento

Desarrollo de la Sesión:

1. Revisión de avances en el diseño arquitectónico

- El ADP presentó el diseño optimizado, logrando un COS de 74.8% y un COT de 204.5%.
- Se mostró una distribución de 6 departamentos por piso, con un área promedio de 48.82 m² por departamento (292.92 m² totales por piso, considerando áreas comunes).
- Se discutió la incorporación de un área comunal en la terraza, incluyendo un mirador panorámico.

2. Presentación del análisis estructural preliminar

- El ICE expuso el análisis estructural preliminar basado en estructura de acero A36:
 - Sistema de pórticos resistentes a momento en acero estructural A36.
 - Columnas compuestas de cajas HSS 250x250x5mm y 300x300x6mm.
 - Vigas principales I 350x250x10mm y vigas secundarias I 160x80x5mm.
 - Losas de entrepiso con placa colaborante de 12 cm de espesor total.
- Se propuso una cimentación con zapatas aisladas y vigas de cimentación en hormigón armado.
- Se presentó un análisis sísmico preliminar según la NEC-15, considerando la zona sísmica de Azogues y las características de la estructura metálica.
- Exposición del anteproyecto hidrosanitario
- El ICS presentó el diseño preliminar del sistema hidrosanitario:
 - Sistema de distribución de agua potable con tanque de reserva de 15 m³.
 - Red de aguas servidas con tubería PVC de 110 mm para bajantes principales.

- Sistema de recolección de aguas lluvias con capacidad de 5 m³/hora.
- Se propuso la implementación de un sistema de tratamiento de aguas grises para riego de áreas verdes.
- Análisis del cronograma y presupuesto actualizado
- El DP/JC presentó un cronograma detallado con una duración total de 9 meses:
 - Fase de cimentación y estructura: 3 meses
 - Fase de acabados e instalaciones: 6 meses
- Se expuso un presupuesto actualizado de \$320,000 USD, desglosado como sigue:
 - Costos directos: \$256,000 (80%)
 - Costos indirectos: \$51,200 (16%)
 - Imprevistos: \$12,800 (4%)
- Revisión de las condiciones de financiamiento
- El RF presentó las condiciones de financiamiento para el 40% del proyecto (\$128,000 USD):
 - Tasa de interés: 8.5% anual
 - Plazo: 24 meses
 - Desembolsos trimestrales según avance de obra

Resoluciones y Tareas Asignadas:

1. ADP: Finalizar los planos arquitectónicos ejecutivos. Plazo: 15 días.
2. ICE: Completar el diseño estructural y preparar planos para aprobación municipal. Plazo: 20 días.
3. ICS: Desarrollar los planos detallados del sistema hidrosanitario. Plazo: 15 días.
4. DP/JC: Iniciar el proceso de obtención de permisos de construcción. Plazo: Inmediato.

5. RF: Preparar la documentación para la formalización del crédito.

Plazo: 10 días.

Próxima Reunión: 19 de noviembre de 2024, 09:00

Lugar: Oficina de Proyectos - Constructora XYZ

Acta elaborada por: Ing. Cristhian Pinos, PMP

Acta de Reunión Técnica - Proyecto Edificio "Mirador del Valle"

Fecha: 19 de octubre de 2024

Hora: 09:00 - 12:00

Lugar: Oficina de Proyectos - Constructora

Código de Proyecto: MV-2024-001

Asistentes:

- Ing. Cristhian Pinos (Director del Proyecto y Jefe de Construcción - DP/JC)
- Arq. Hernán Haro (Arquitecto Diseñador Principal - ADP)
- Ing. Juan José Carangui (Ingeniero Civil Calculista Estructural - ICE)
- Ing. Cristhian González (Ingeniero Civil Sanitario - ICS)
- Representante GAD Azogues (RGA)
- Representante Financiero Mutualista Pichincha (RF)
- Ing. Cristhian González e Ing. Juan José Carangui (Especialista BIM - EBIM)
- Ing. Pedro Sánchez (Coordinador de Seguridad y Salud Ocupacional - CSSO)

Orden del Día:

1. Revisión del estado de los planos ejecutivos y permisos de construcción
2. Presentación del modelo BIM 4D y planificación interoperable
3. Análisis de riesgos y plan de mitigación
4. Estrategia de sostenibilidad y eficiencia energética
5. Plan de seguridad y salud ocupacional
6. Actualización de cronograma y presupuesto

7. Estado del proceso de financiamiento

Desarrollo de la Sesión:

1. Revisión del estado de los planos ejecutivos y permisos de construcción

- ADP presentó los planos arquitectónicos ejecutivos finalizados.
- ICE mostró los planos estructurales completos, listos para aprobación municipal.
- ICS expuso los planos detallados del sistema hidrosanitario.
- DP/JC informó sobre el avance en la obtención de permisos de construcción, indicando que se espera la aprobación final en 10 días hábiles.

2. Presentación del modelo BIM 4D y planificación interoperable

- EBIM presentó el modelo BIM 4D del proyecto, integrando geometría 3D con la programación temporal:
 - Visualización de la secuencia constructiva
 - Detección de conflictos espacio-temporales
 - Optimización de la logística de obra
- Se discutió la implementación de un Common Data Environment (CDE) para mejorar la colaboración entre todos los stakeholders.

3. Análisis de riesgos y plan de mitigación

- DP/JC presentó una matriz de riesgos actualizada, incluyendo:
 - Retrasos en la aprobación de permisos
 - Fluctuaciones en los precios de materiales
 - Posibles conflictos con la comunidad local

- Se estableció un plan de mitigación para cada riesgo identificado.
4. Estrategia de sostenibilidad y eficiencia energética
 - ADP propuso la incorporación de paneles solares en la terraza para reducir el consumo energético del edificio.
 - ICS presentó un sistema de recolección y tratamiento de aguas grises más avanzado.
 5. Plan de seguridad y salud ocupacional
 - CSSO presentó el plan de seguridad y salud ocupacional, incluyendo:
 - Protocolos de seguridad en obra
 - Plan de capacitación para trabajadores
 - Sistemas de monitoreo y reporte de incidentes
 6. Actualización de cronograma y presupuesto
 - DP/JC presentó un cronograma actualizado con una duración total de 10 meses, considerando:
 - Fase de cimentación y estructura: 3.5 meses
 - Fase de acabados e instalaciones: 6 meses
 - Fase de pruebas y entrega: 0.5 meses
 - Se expuso un presupuesto actualizado de \$335,000 USD, desglosado como sigue:
 - Costos directos: \$268,000 (80%)
 - Costos indirectos: \$53,600 (16%)
 - Imprevistos: \$13,400 (4%)
 7. Estado del proceso de financiamiento
 - RF confirmó la aprobación del crédito por el 40% del proyecto (\$134,000 USD).

- Se presentó el calendario de desembolsos alineado con las fases del proyecto.

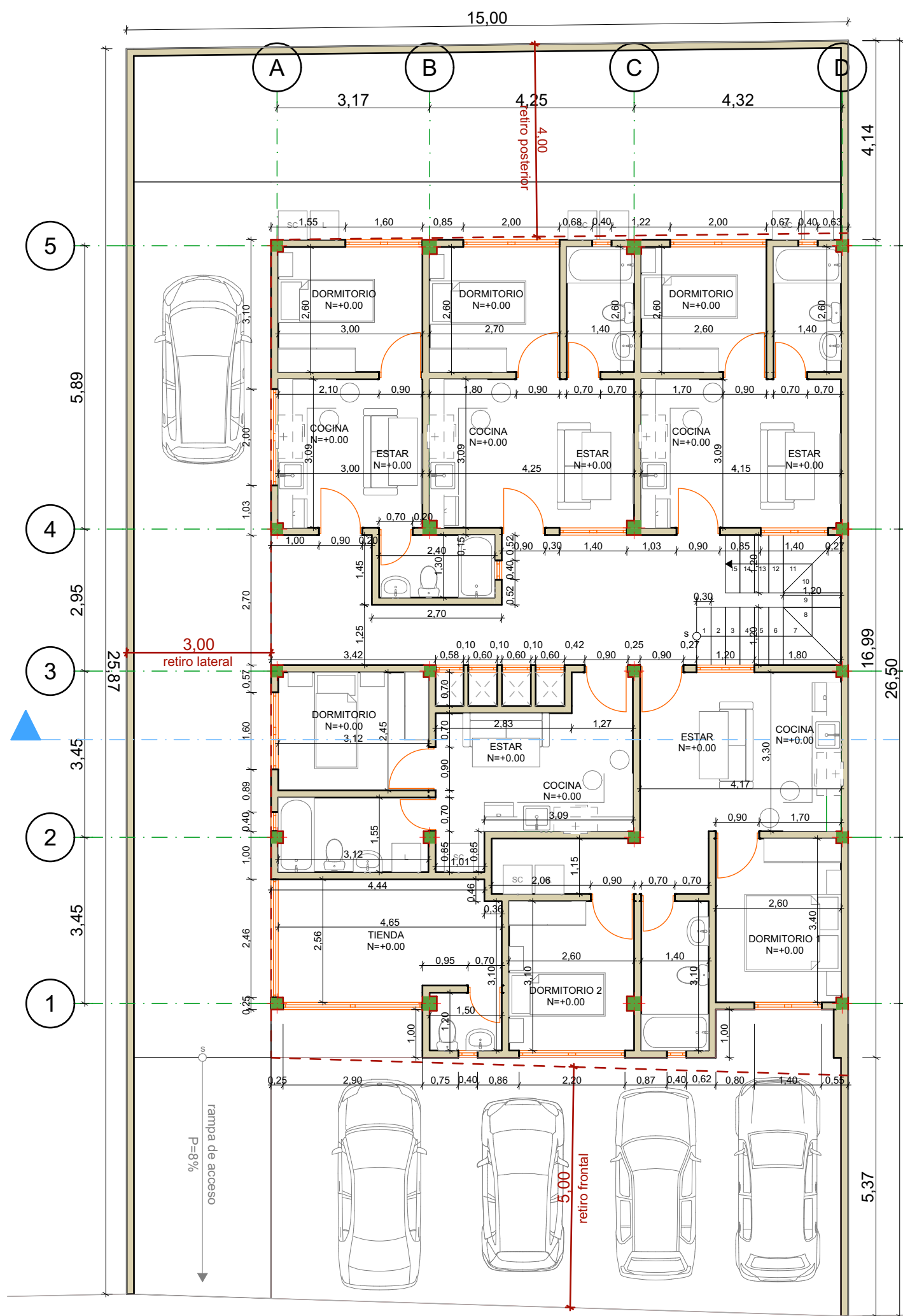
Resoluciones y Tareas Asignadas:

1. EBIM: Configurar el CDE y capacitar al equipo en su uso. Plazo: 7 días.
2. ADP e ICS: Desarrollar propuestas detalladas para las estrategias de sostenibilidad. Plazo: 14 días.
3. ICE: Coordinar con EBIM para realizar un análisis de interferencias utilizando el modelo BIM. Plazo: 7 días.
4. DP/JC: Preparar un plan de comunicación con la comunidad local. Plazo: 10 días.

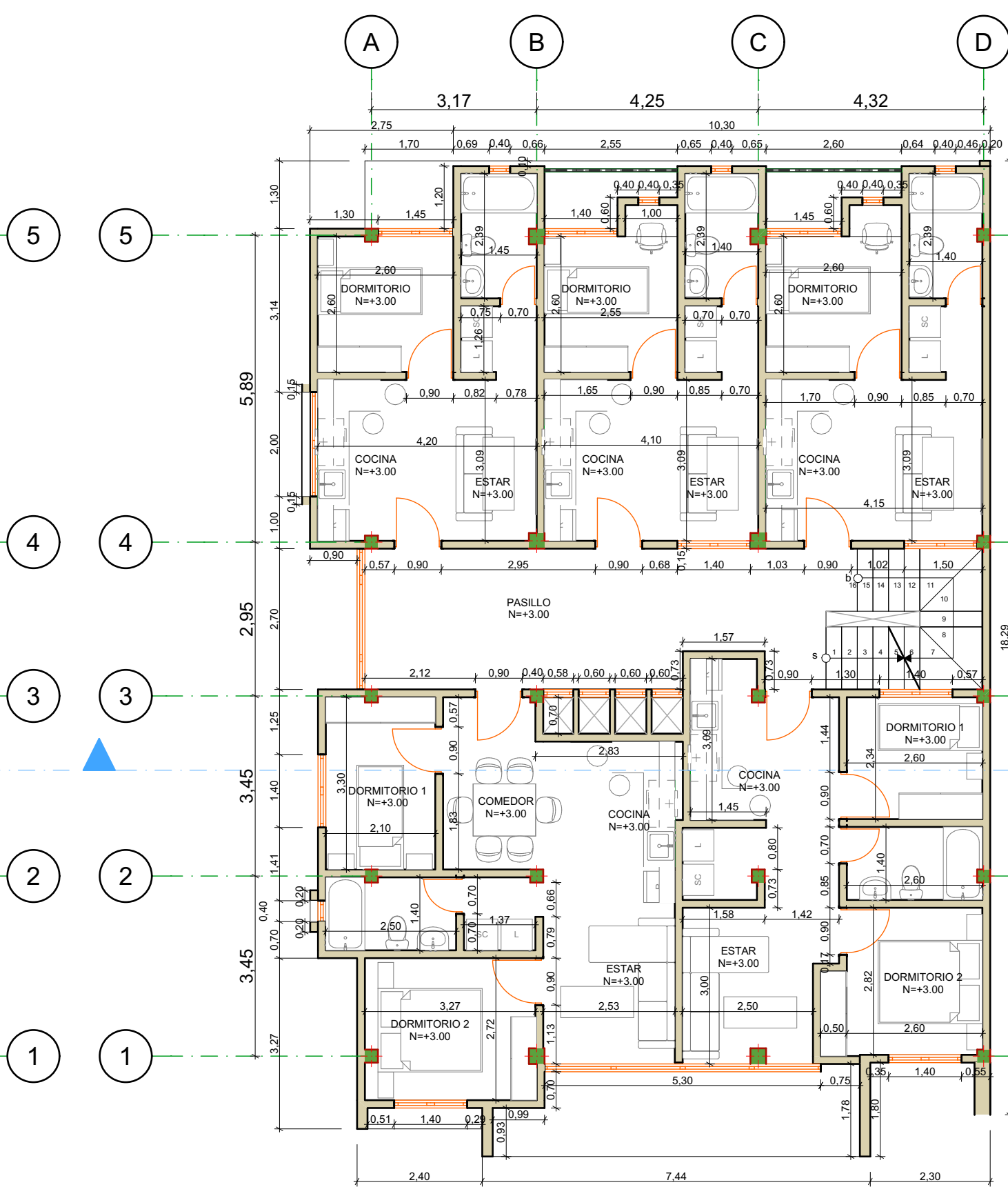
Próxima Reunión: 3 de diciembre de 2024, 09:00

Lugar: Oficina de Proyectos - Constructora

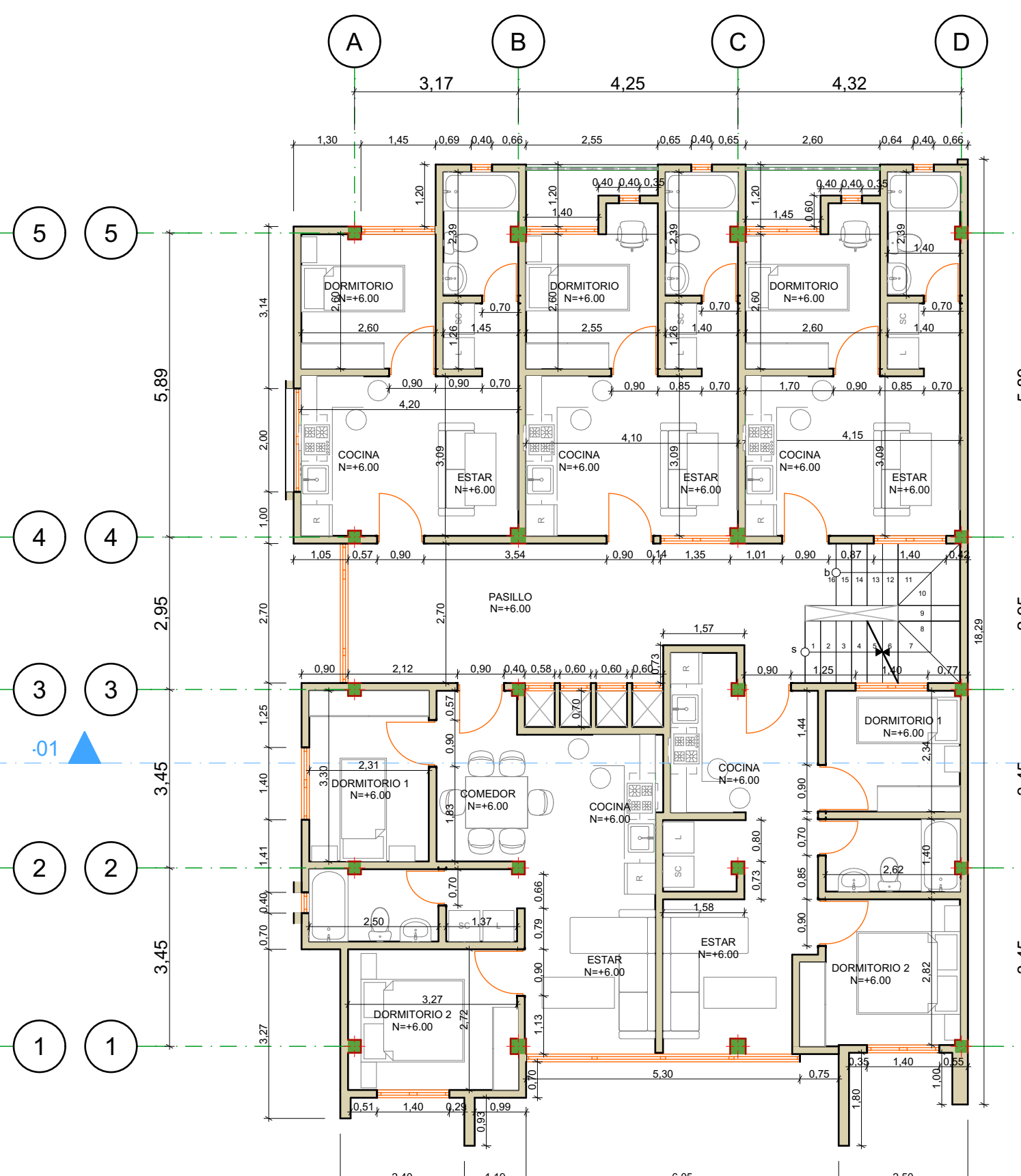
Acta elaborada por: Ing. Cristhian Pinos, PMP



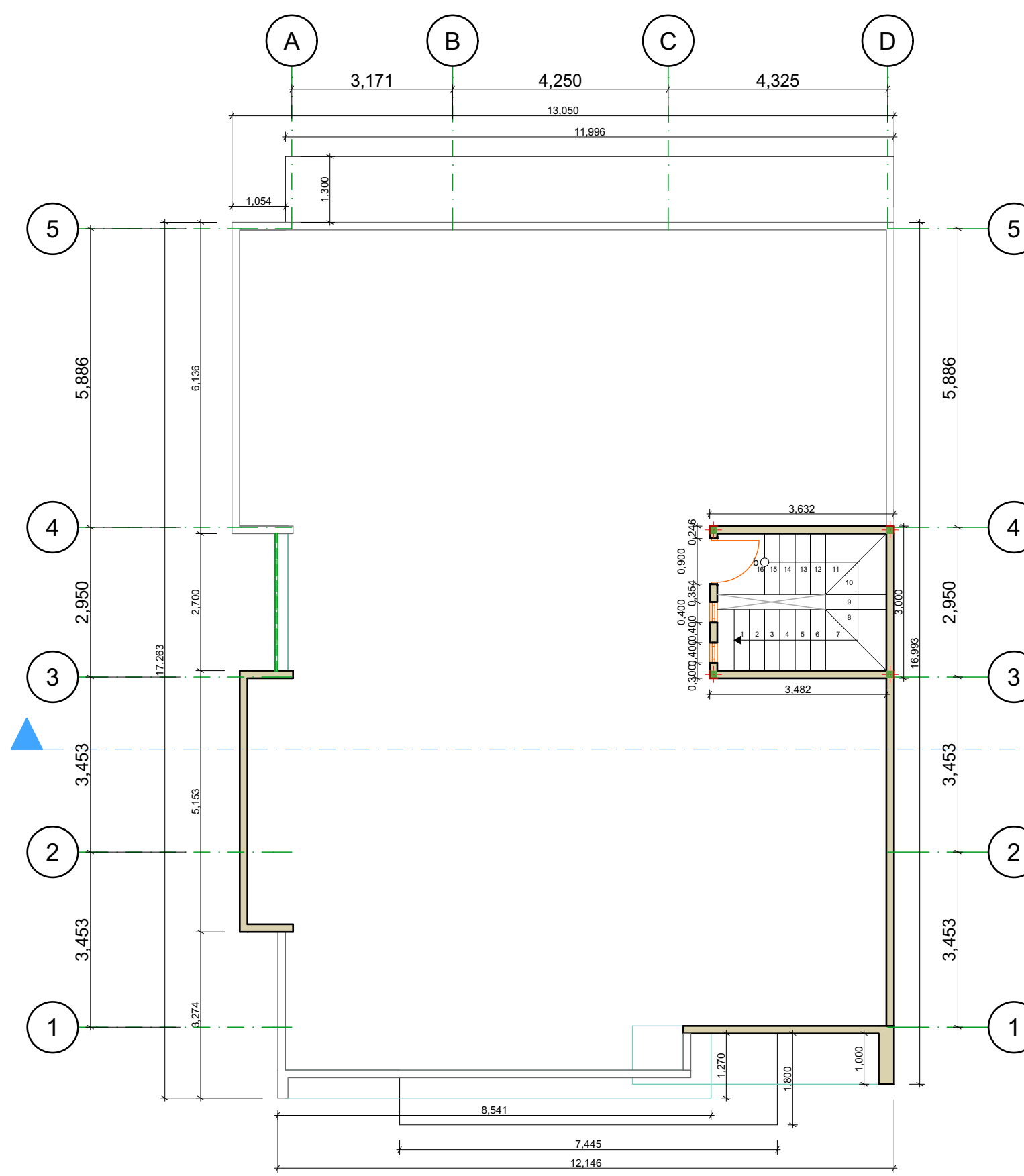
PLANTA BAJA
ESCALA 1:100



PLANTA ALTA
ESCALA 1:100



PRIMER PISO
ESCALA 1:100



PLANTA DE CUBIERTAS
ESCALA 1:100



ELEVACION FRONTAL
ESCALA 1:100



ELEVACION POSTERIOR
ESCALA 1:100

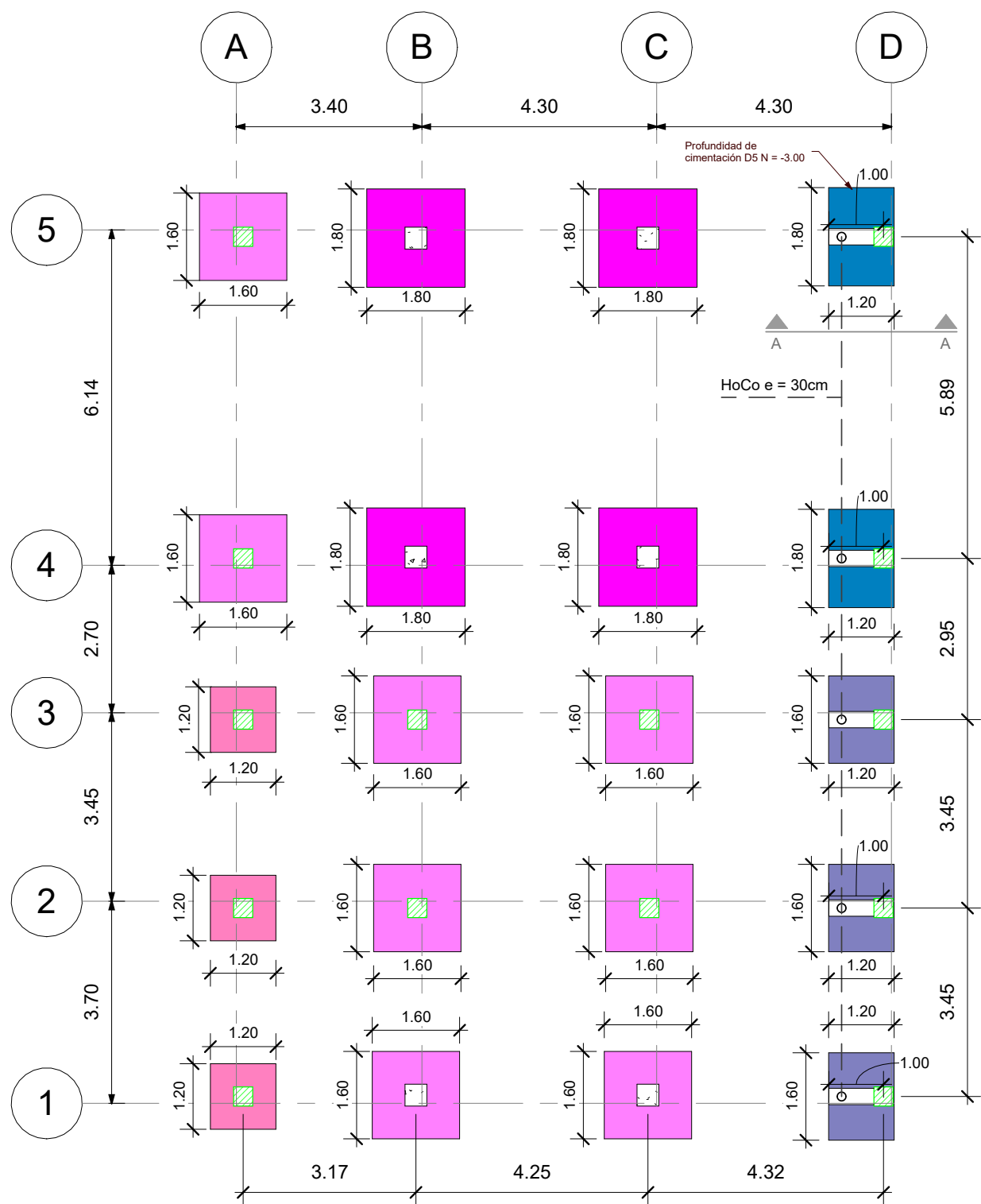
PROYECTO MIRADOR DEL VALLE

Estado Dibujo
Plantas, elevaciones.

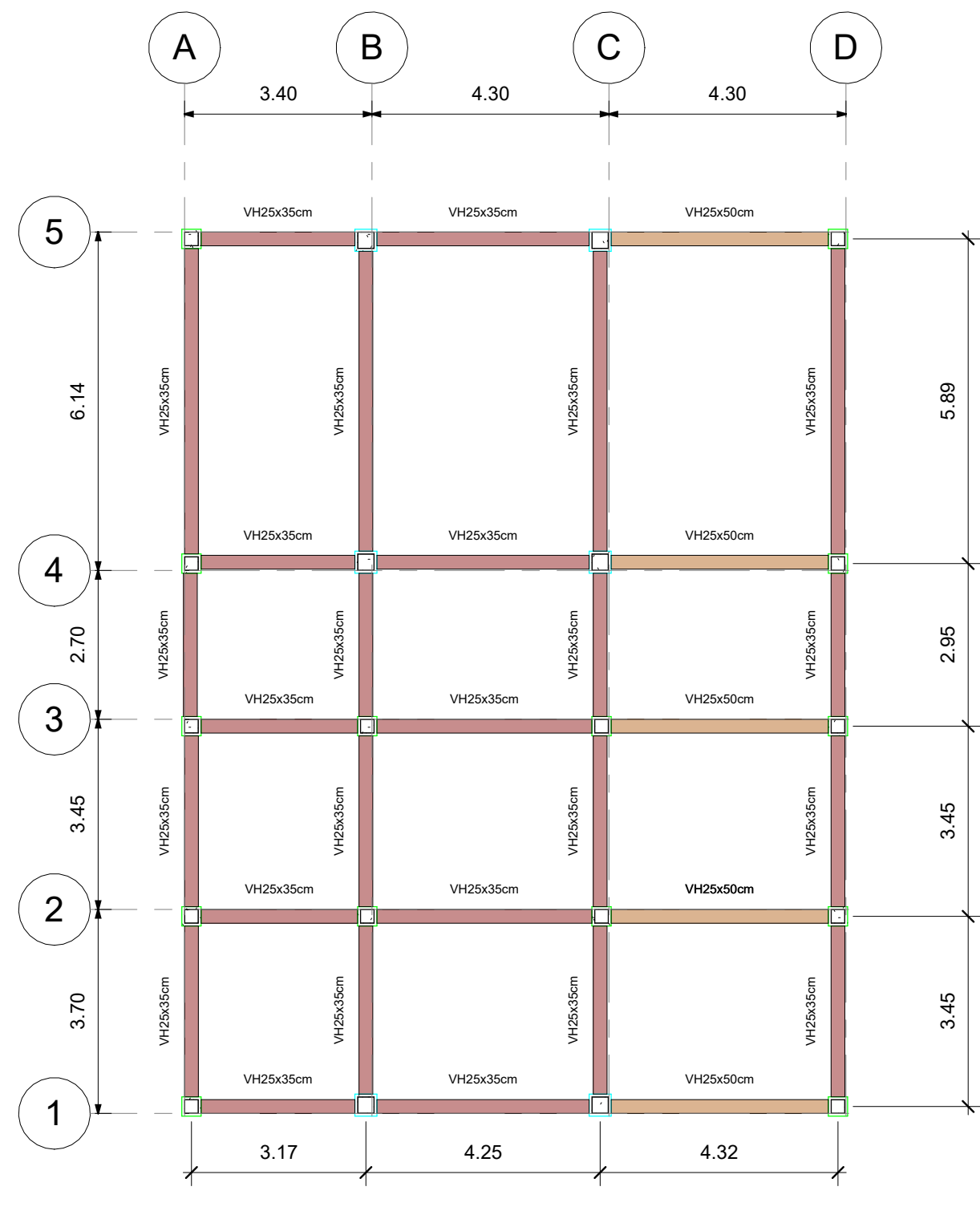
Escala de Dibujo
Las indicadas

Elaborado por:

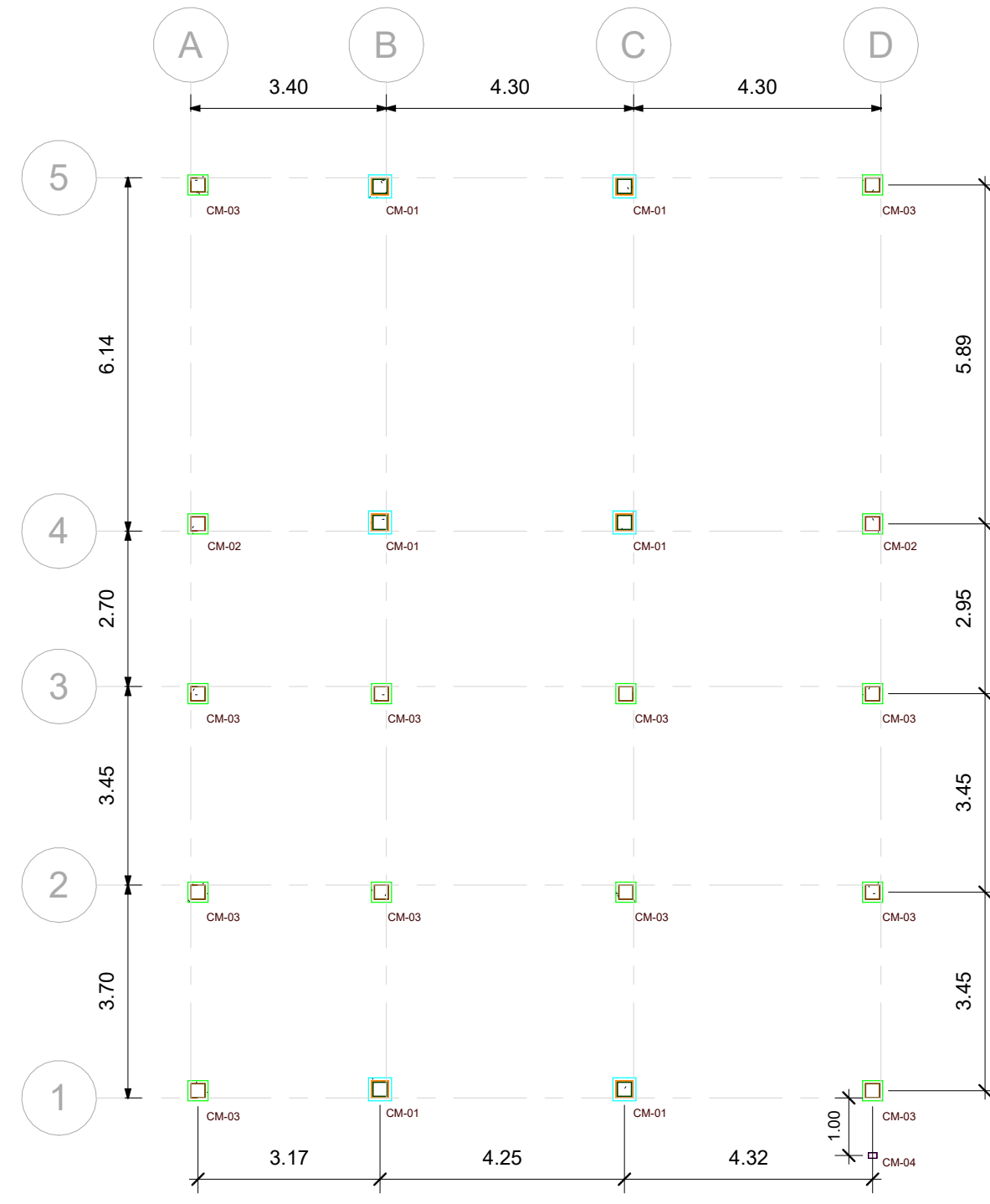
Arq. Hernàn Haro C



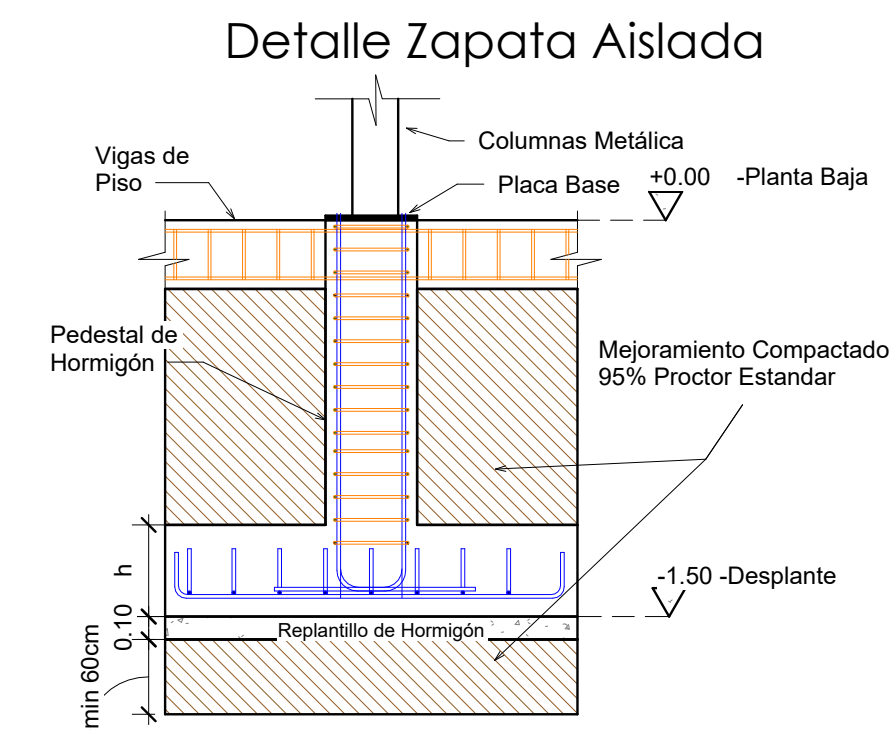
1 Planta de Cimentación
1 : 100



2 Vigas N = 0.00
1 : 100

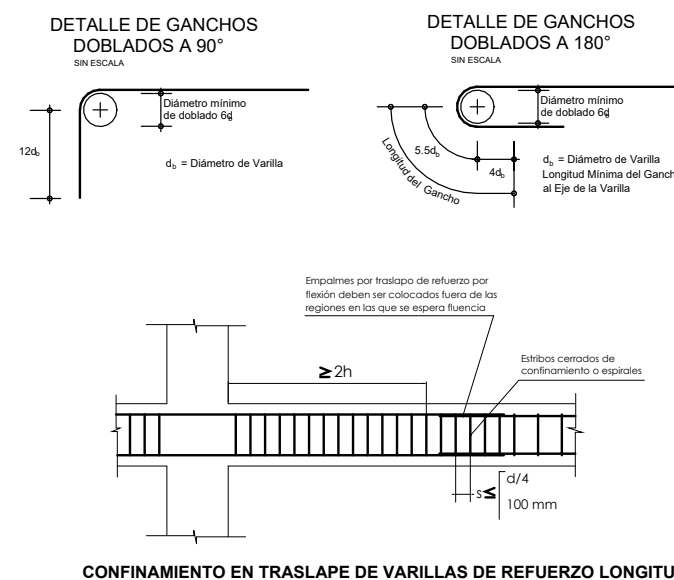
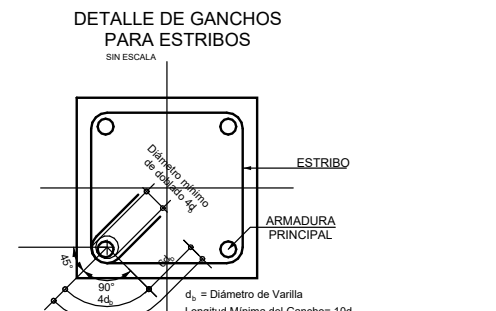
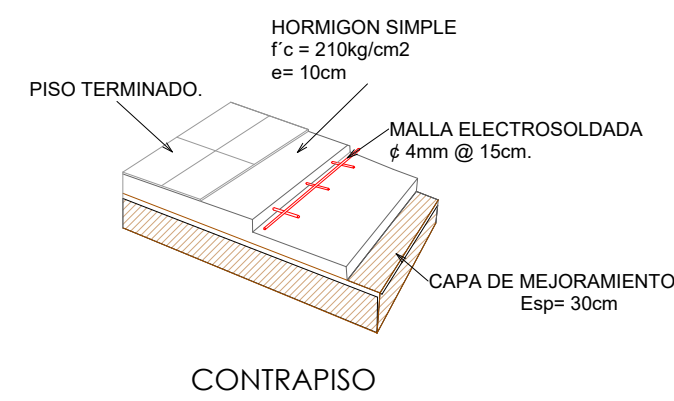
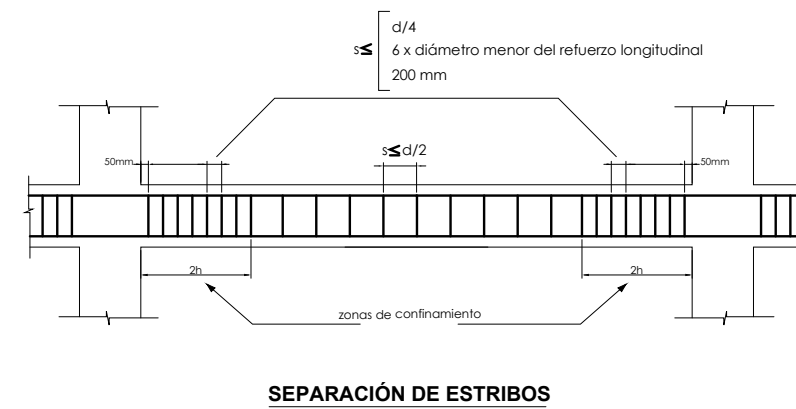


3 Planta de Columnas
1 : 100



Cuadro de Zapatas						
Ubicación	X (cm)	Y (cm)	h (cm)	Mc.	Armado	Sentido
4B 4C 5B 5C	180	180	35	MZ-01 MZ-02	1Ø14mm@20cm 1Ø14mm@20cm	X Y
1B 1C 2B 2C 3B 3C 4A 5A	160	160	35	MZ-03 MZ-04	1Ø14mm@20cm 1Ø14mm@20cm	X Y
1A 2A 3A	120	120	30	MZ-05 MZ-06	1Ø12mm@20cm 1Ø12mm@20cm	X Y
4D 5D	120	180	35	MZ-01 MZ-02	1Ø12mm@20cm 1Ø12mm@20cm	X Y
1D 2D 3D	120	160	35	MZ-01 MZ-02	1Ø12mm@20cm 1Ø12mm@20cm	X Y

Viga Nivel +0.00			
VH25x50cm	VH25x35cm	Corte: A - A	



Tipo Nivel	Columna CM-01	Columna CM-02	Columna CM-03	Columna CM-04	Detalles generales
N=9.00					Detalle de longitud de placas para rigidizar la zona panel
N=6.00					En esta longitud se colocará placas internas para rigidizar la zona panel
N=3.00					Detalle soldadura varillas - placa base
N=Base					
N=Desp					

DISEÑO ESTRUCTURAL

Consultor: Ing. Juan Carangui Rodriguez
Dirección: Azogues
Teléfono: 099 979 5984

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Norma ecuatoriana de la construcción NEC-15
- Norma y reglamento ACI 318-14
- Norma AISC-2016
- Mejoramiento compactado al 95% del Proctor estandar y $\phi=35gr$
- Hormigón estructural con resistencia a la compresión $f_c = 240kg/cm^2$
- Acero de refuerzo en barras, $f_y = 4200 kg/cm^2$
- Acero estructural A36
- Acero estructural A50
- Recubrimiento de zapatas = 8cm
- Recubrimiento de columnas y muros = 4cm
- Recubrimiento de vigas = 4cm
- Recubrimiento de nervios en losas = 3cm
- Capacidad de soporte del suelo = 1 kg/cm² (Verificar en campo)

SELLOS DE APROBACIÓN

Realizo: Juan Carangui Rodriguez

Dibujado: Juan Carangui Rodriguez

Revisión: Juan Carangui Rodriguez

Juan Carangui Rodriguez

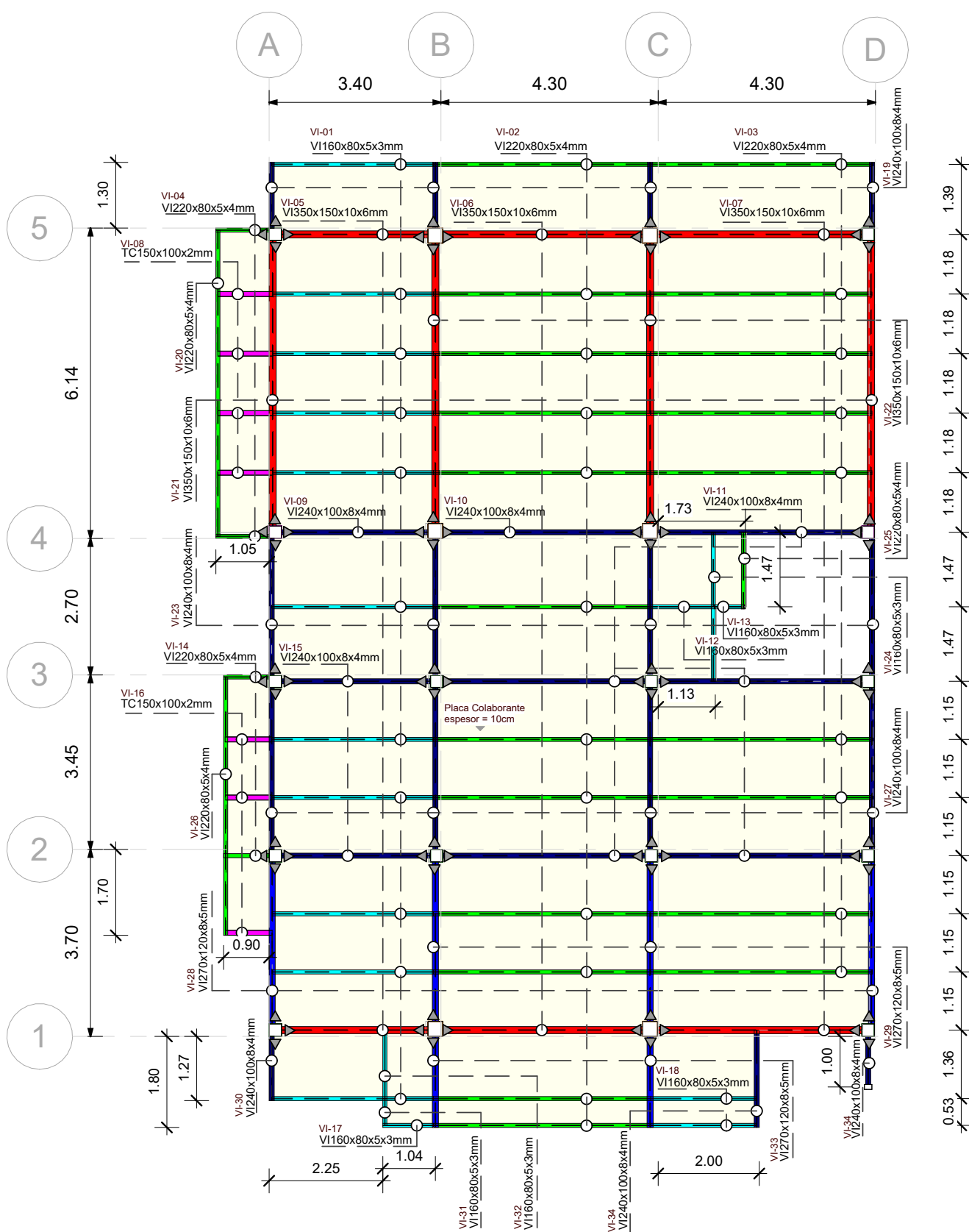
INGENIERO CIVIL

Contiene:
- Planta de Vigas.

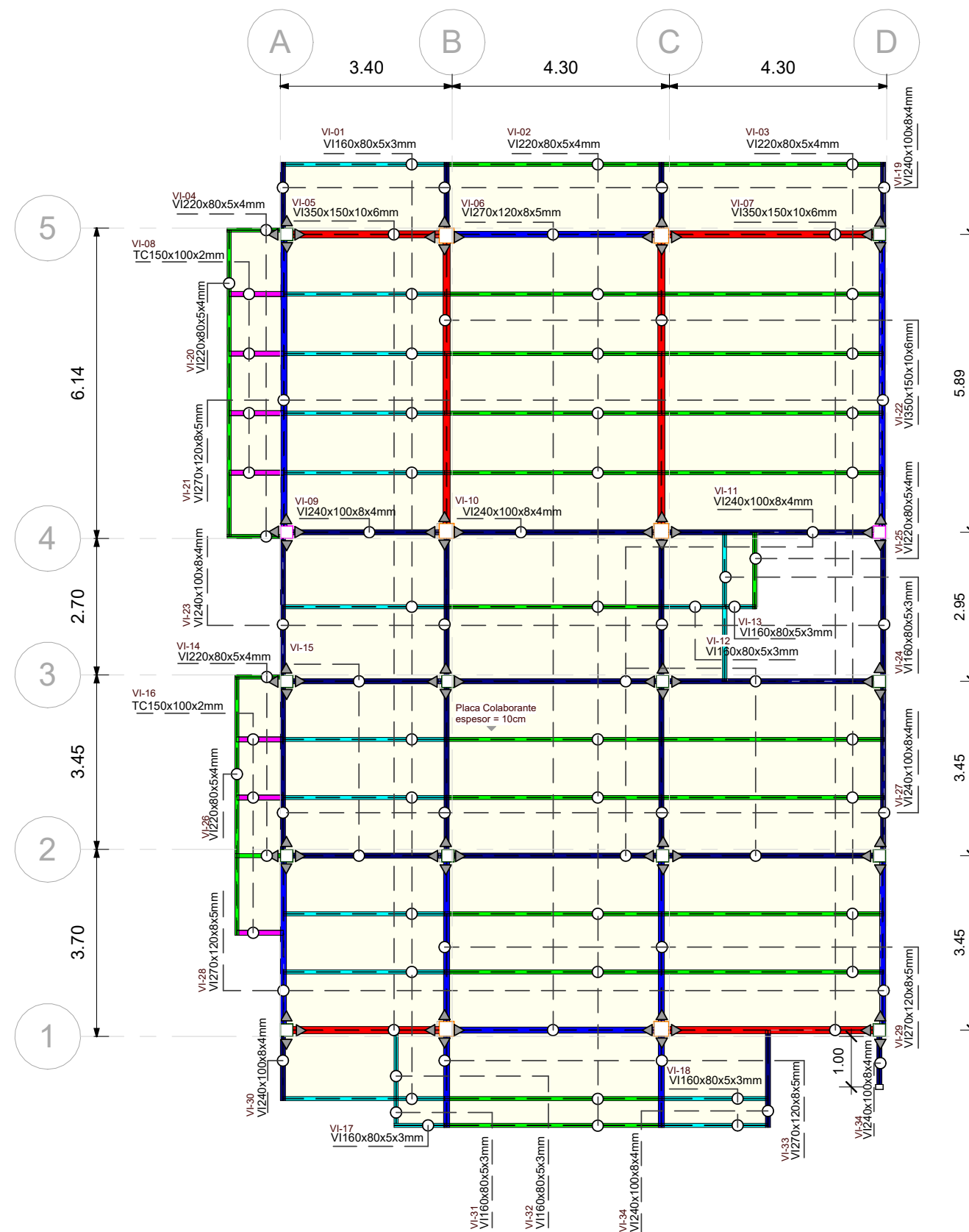
Azogues, 20/08/24

LÁMINA:

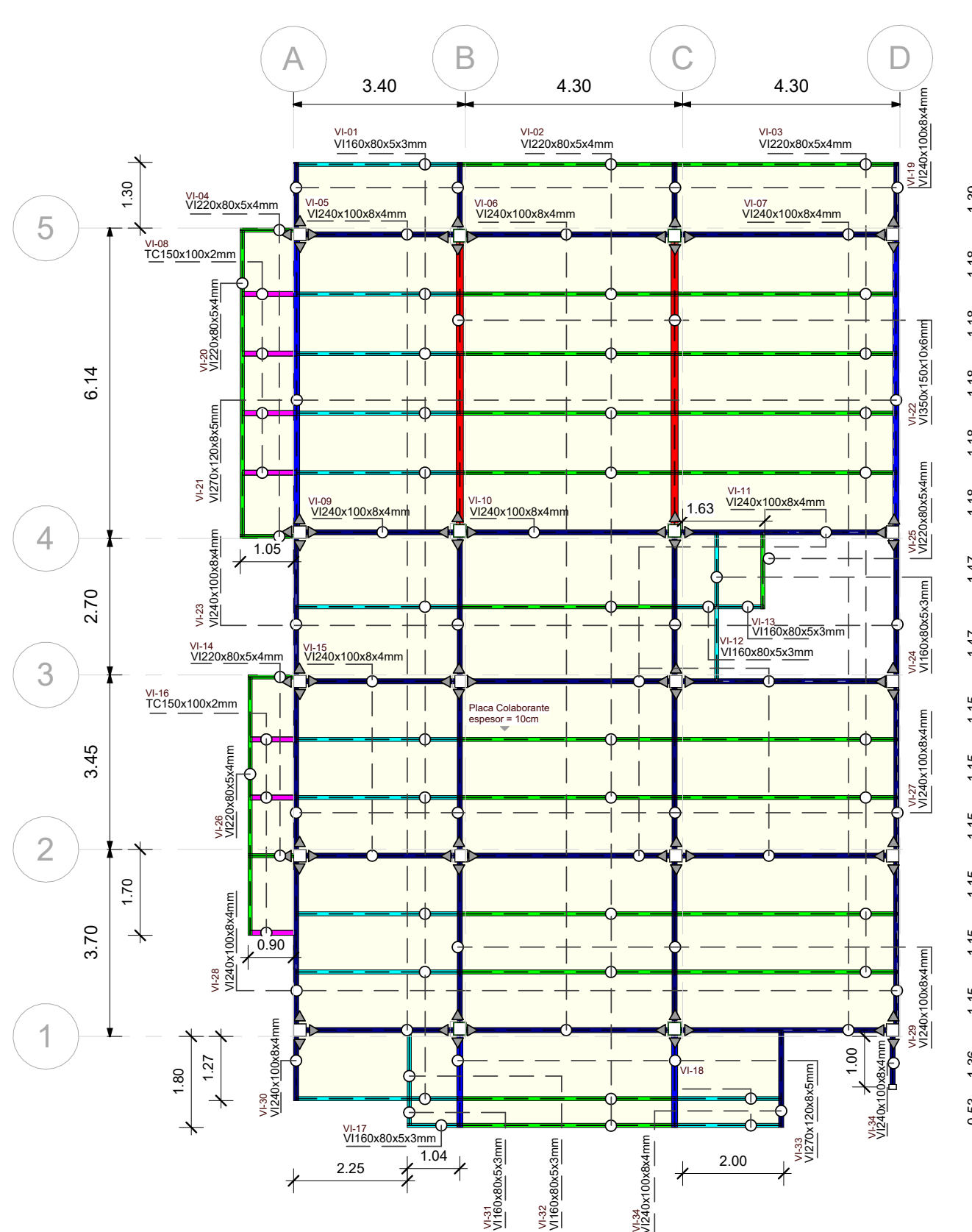
E_01Ed



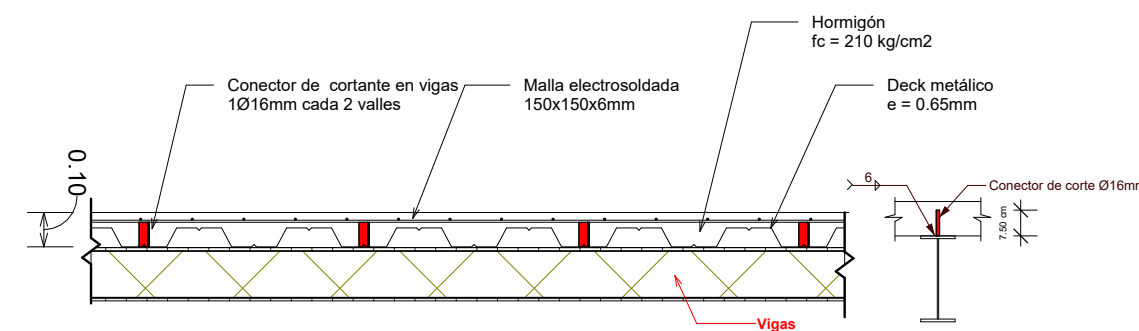
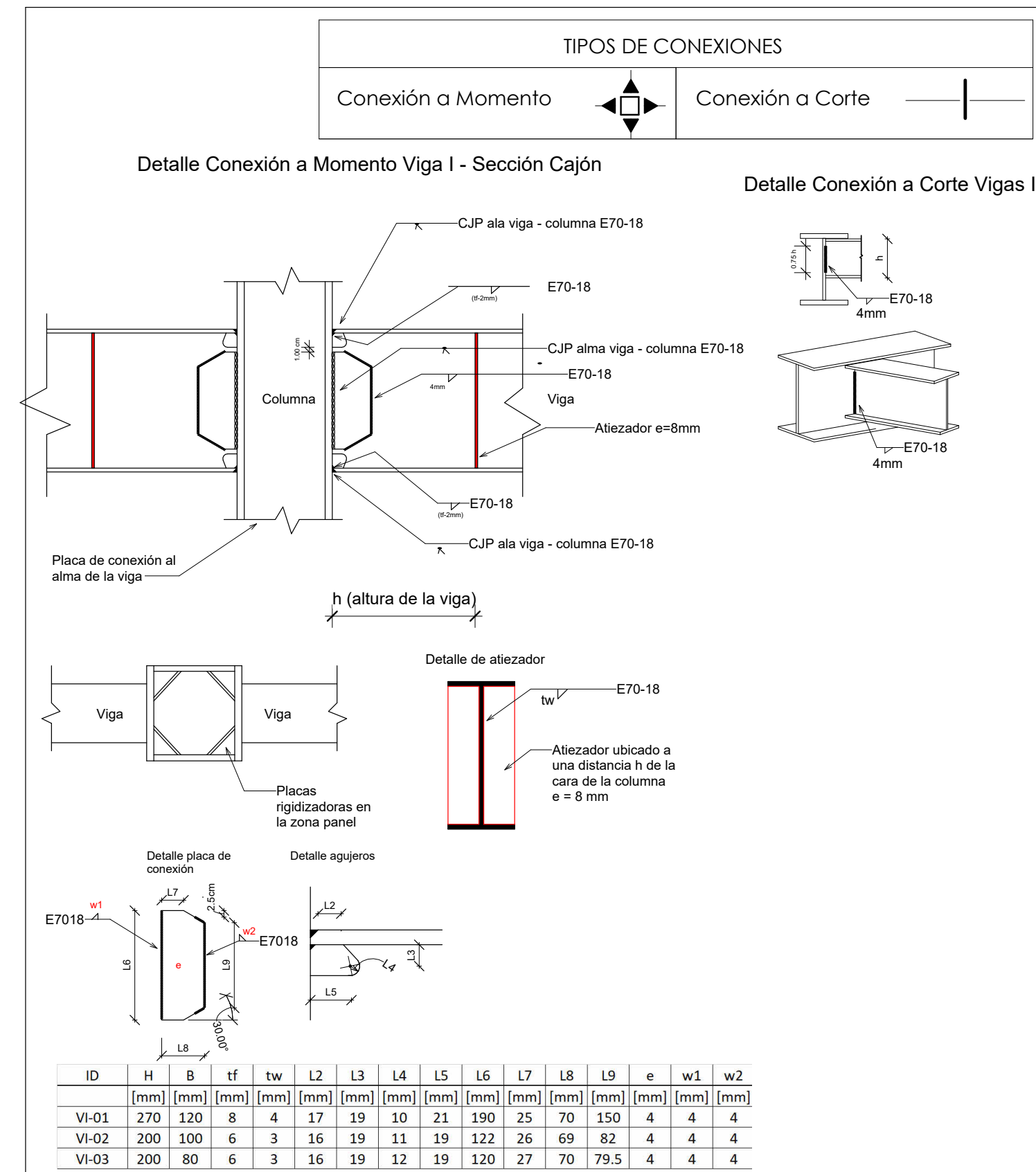
1 Planta N+3.00
1 : 100



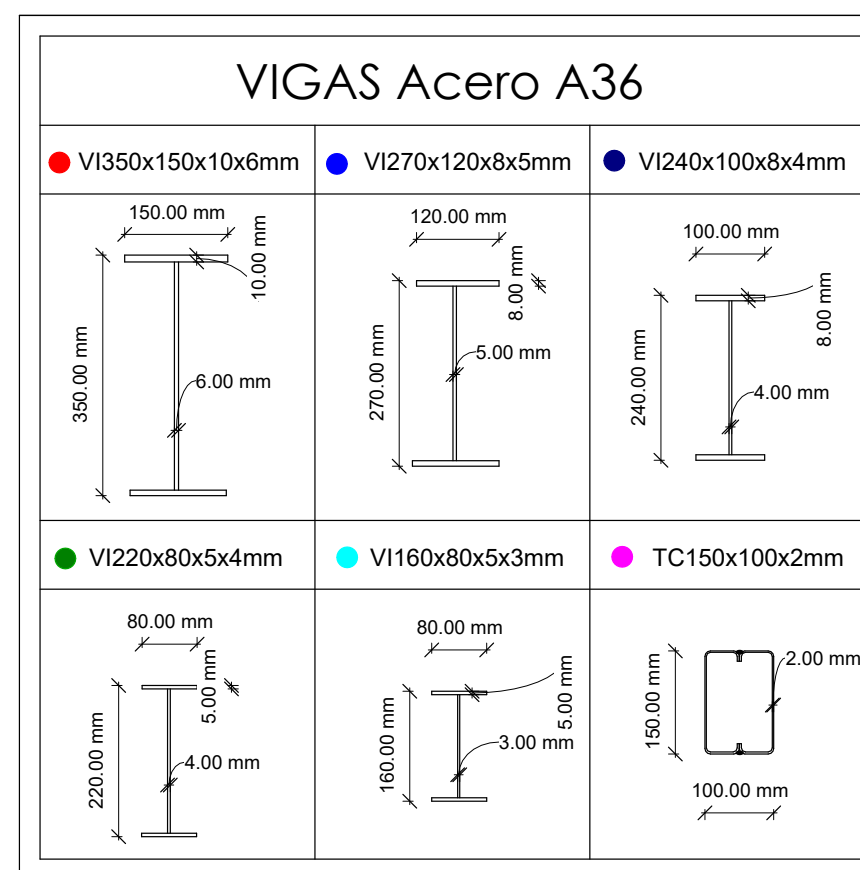
2 Planta N+6.00
1 : 100



3 Planta N+9.00
1 : 100



4 Acero - Placa Colaborante
1 : 20



DISEÑO ESTRUCTURAL

Colsultor: Ing. Juan Carangui Rodriguez
Dirección: Azogues
Teléfono: 099 979 5984

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Norma ecuatoriana de la construcción NEC-15
- Norma y reglamento ACI 318-14
- Norma AISC-2016
- Mejoramiento compactado al 95% del Proctor estandar y $\phi=35gr$
- Hormigón estructural con resistencia a la compresión $f_c = 240kg/cm^2$
- Acero de refuerzo en barras, $f_y = 4200 kg/cm^2$
- Acero estructural A36
- Acero estructural A50
- Recubrimiento de zapatas = 8cm
- Recubrimiento de columnas y muros = 4cm
- Recubrimiento de vigas = 4cm
- Recubrimiento de nervios en losas = 3cm
- Capacidad de soporte del suelo = 1 kg/cm² (Verificar en campo)

SELLOS DE APROBACIÓN

Realizo: Juan Carangui Rodriguez

Dibujado: Juan Carangui Rodriguez

Revisión: Juan Carangui Rodriguez

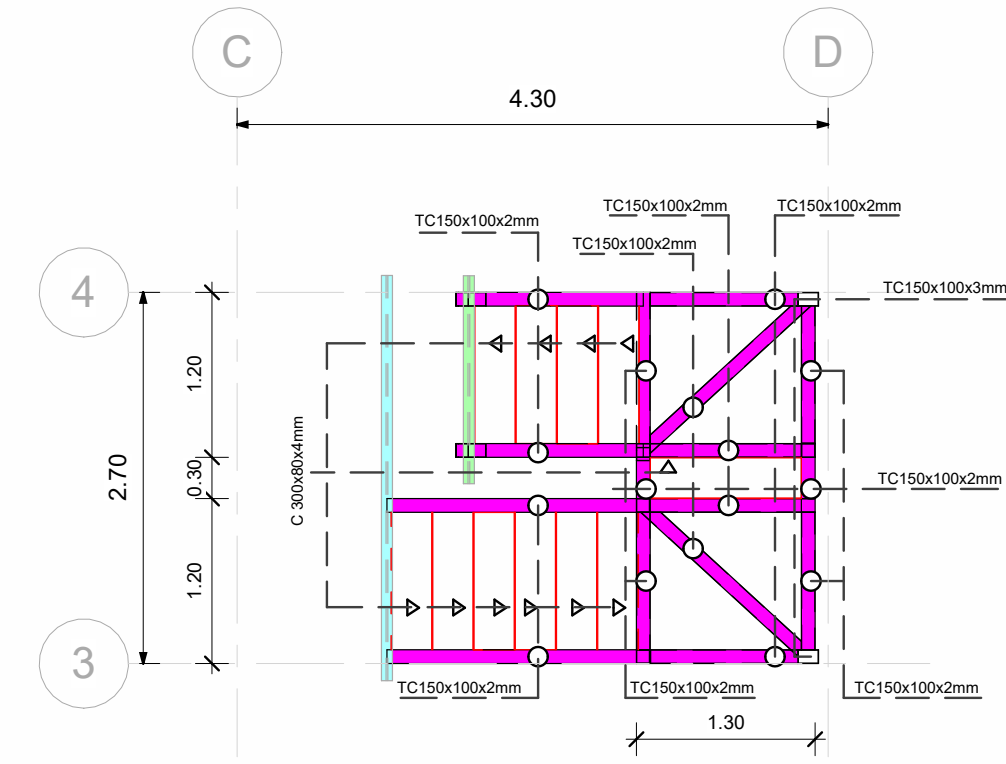
Juan Carangui Rodriguez

INGENIERO CIVIL

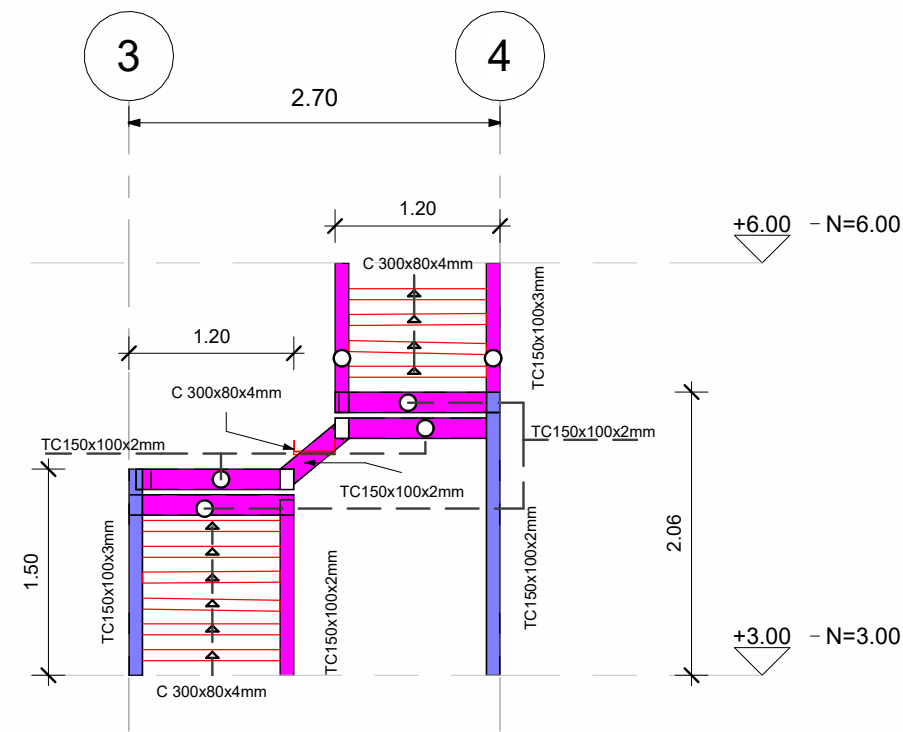
Contiene:
- Planta de Cubierta.

Azogues, 20/08/24

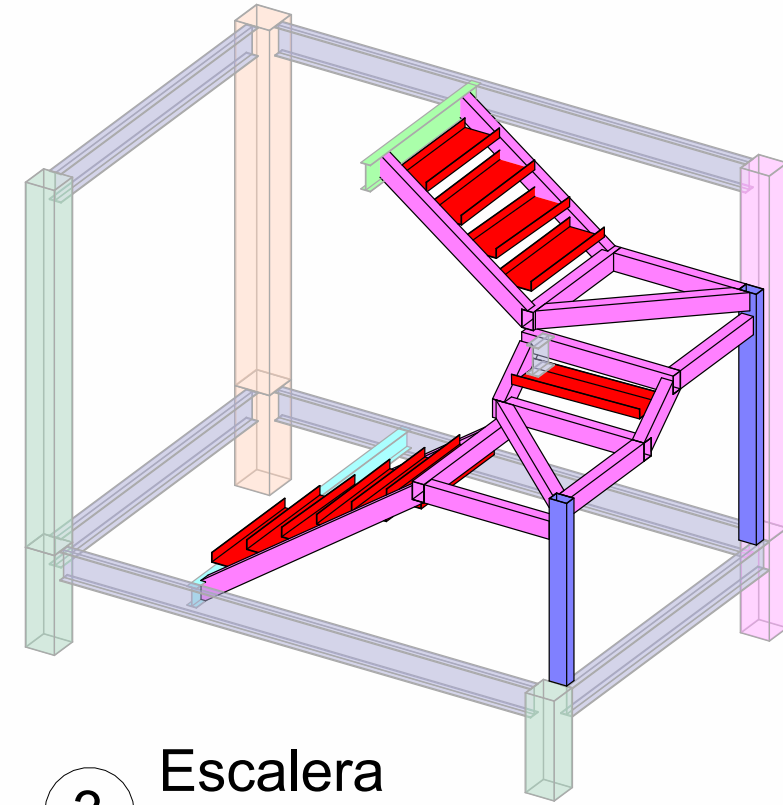
LÁMINA:
E_02 Ed



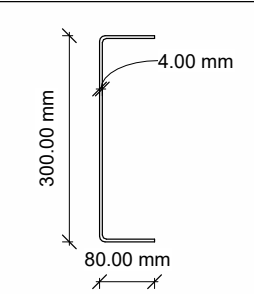
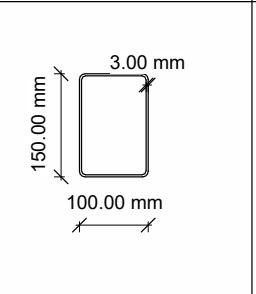
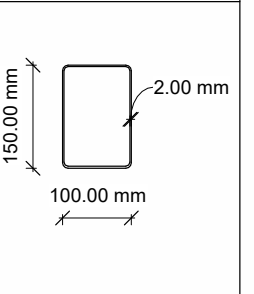
1 Planta Escalera
1 : 50



2 Elevación Escalera
1 : 50



3 Escalera

VIGAS Acero A36		
● C350x80x4mm	● TC150x100x3mm	● TC150x100x2mm
		

DISEÑO ESTRUCTURAL

Colsultor: Ing. Juan Carangui Rodriguez
Dirección: Azogues
Teléfono: 099 979 5984

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Norma ecuatoriana de la construcción NEC-15
- Norma y reglamento ACI 318-14
- Norma AISC-2016
- Mejoramiento compactado al 95% del Proctor estandar y $\phi=35gr$
- Hormigón estructural con resistencia a la compresión $f_c = 240kg/cm^2$
- Acero de refuerzo en barras, $f_y = 4200 kg/cm^2$
- Acero estructural A36
- Acero estructural A50
- Recubrimiento de zapatas = 8cm
- Recubrimiento de columnas y muros = 4cm
- Recubrimiento de vigas = 4cm
- Recubrimiento de nervios en losas = 3cm
- Capacidad de soporte del suelo = 1 kg/cm² (Verificar en campo)

SELLOS DE APROBACIÓN

Realizo: Juan Carangui Rodriguez

Dibujado: Juan Carangui Rodriguez

Revisión: Juan Carangui Rodriguez

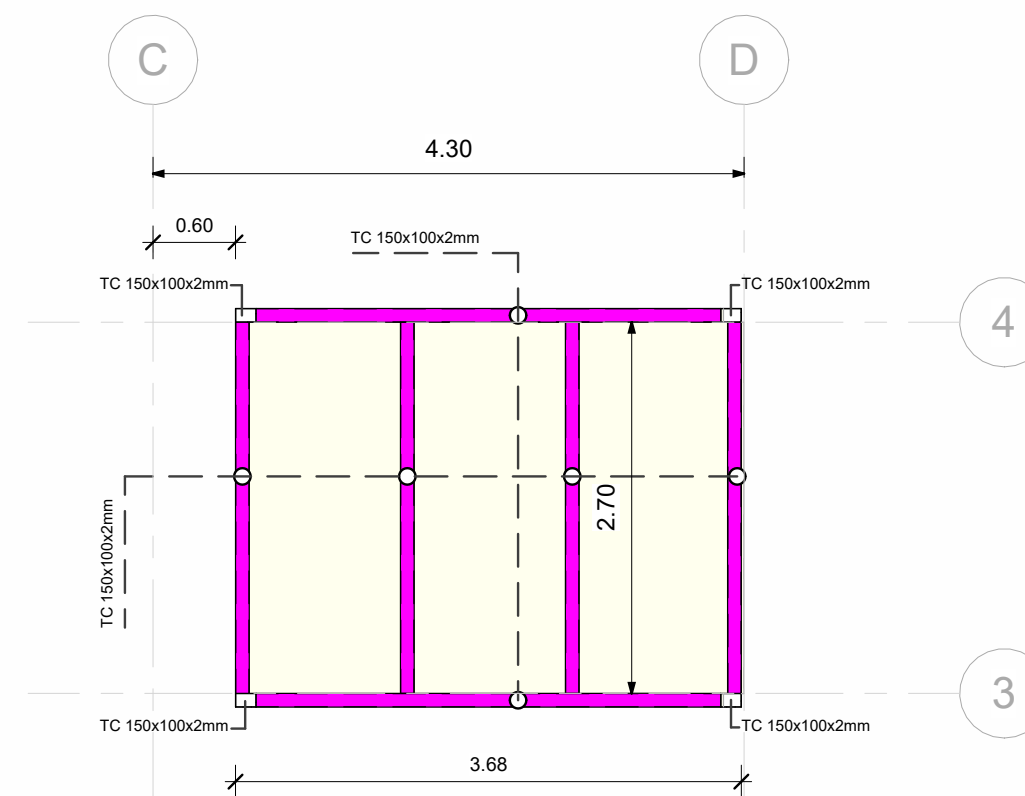
Juan Carangui Rodriguez

INGENIERO CIVIL

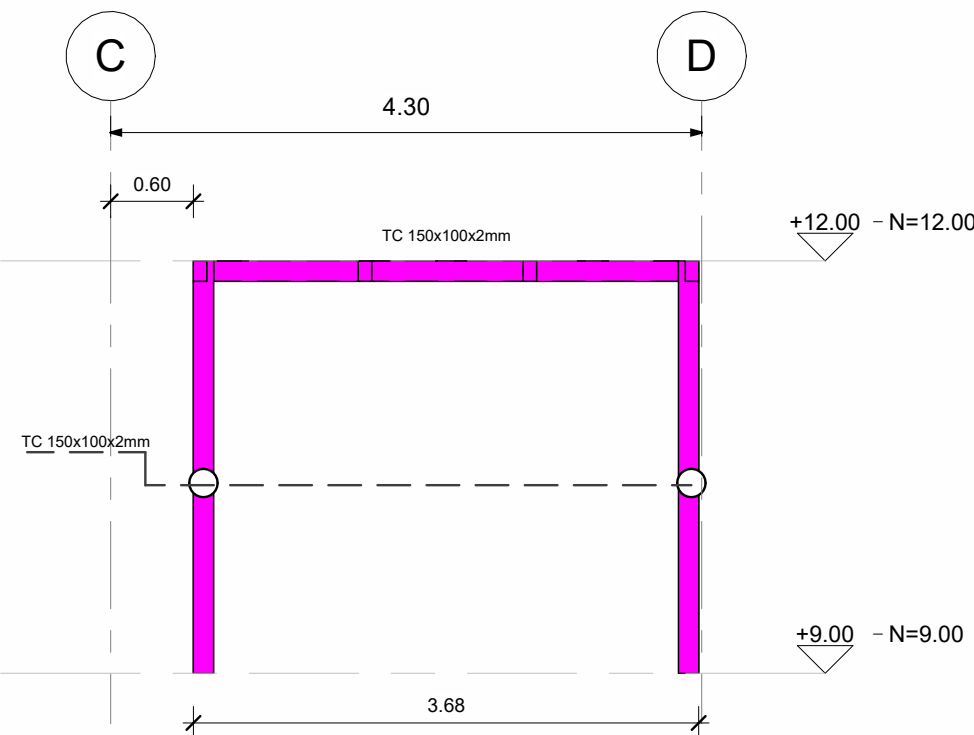
Contiene:

Azogues, 20/08/24

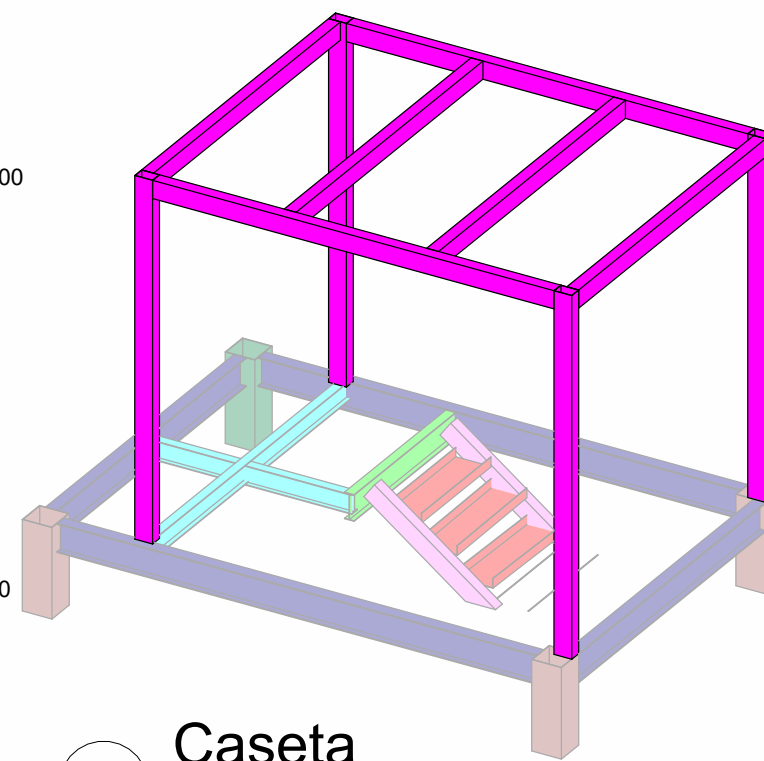
LÁMINA:



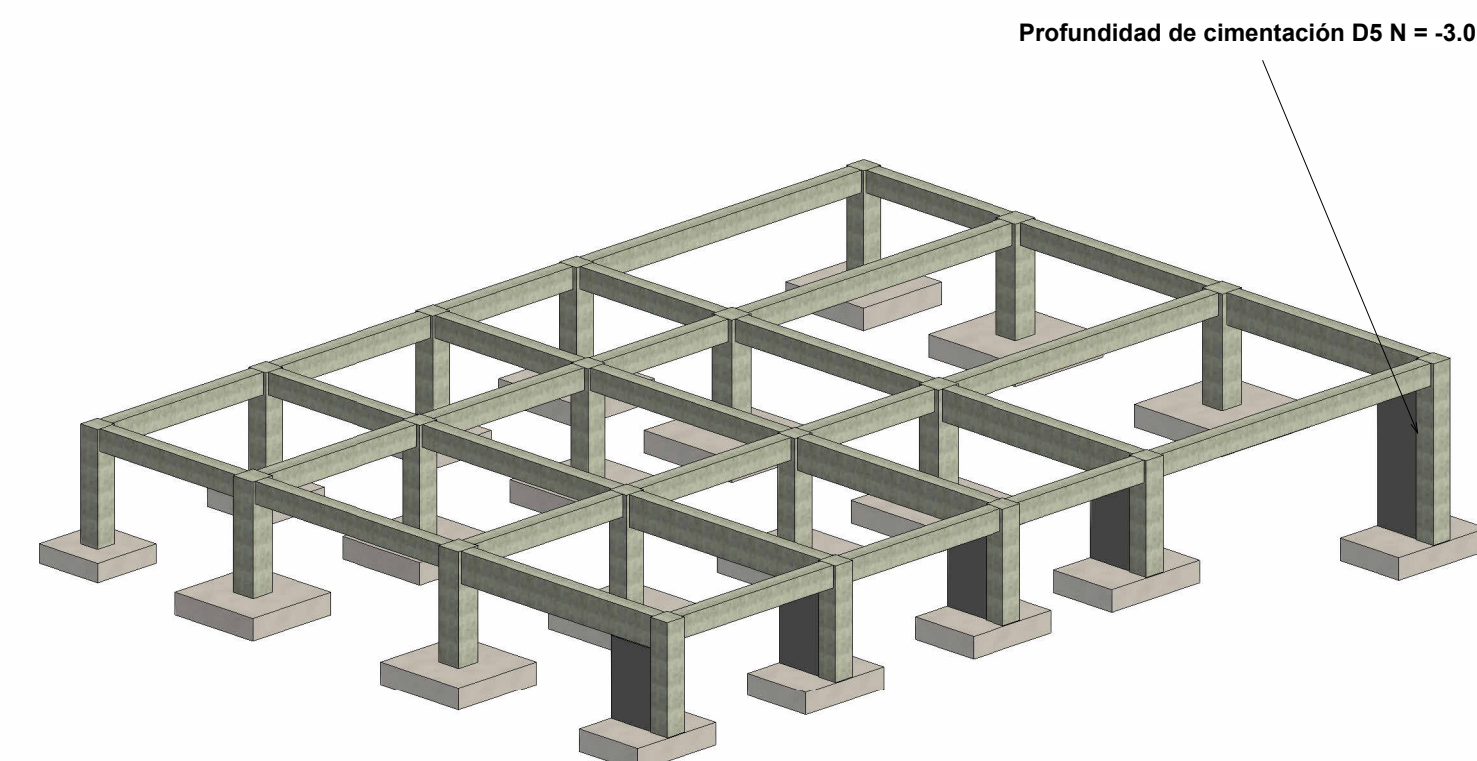
4 Planta Caseta
1 : 50



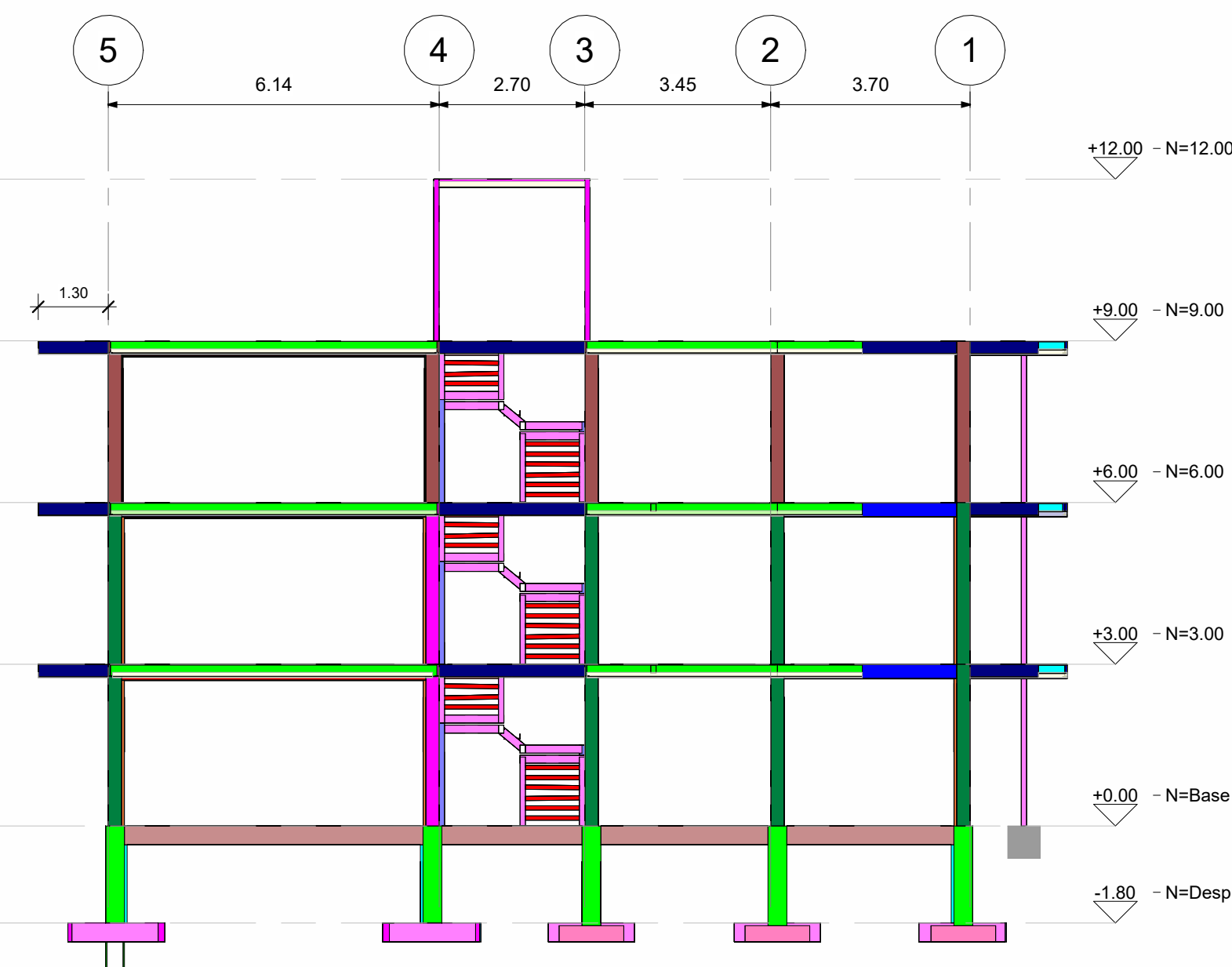
5 Elevación Caseta
1 : 50



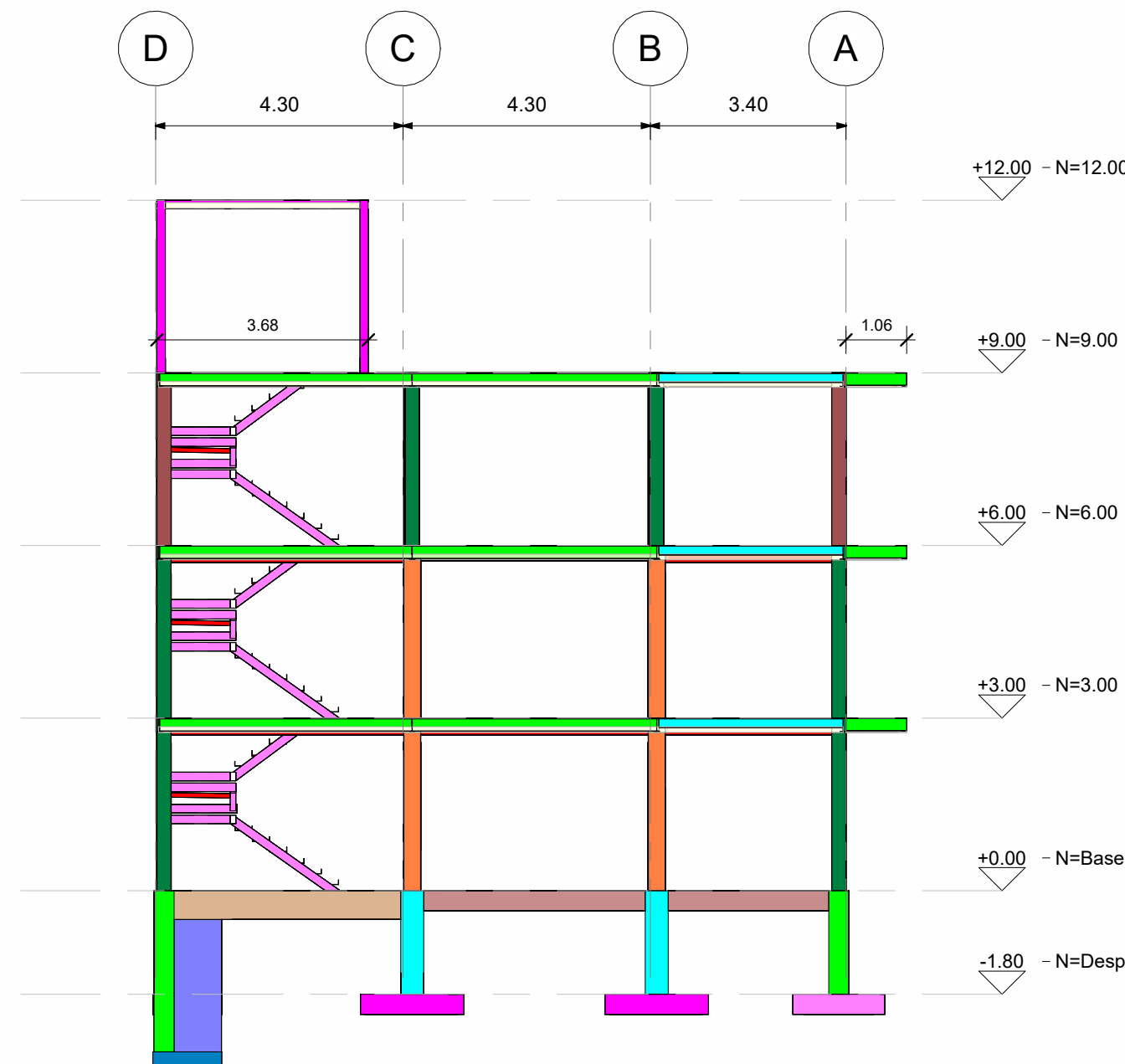
6 Caseta



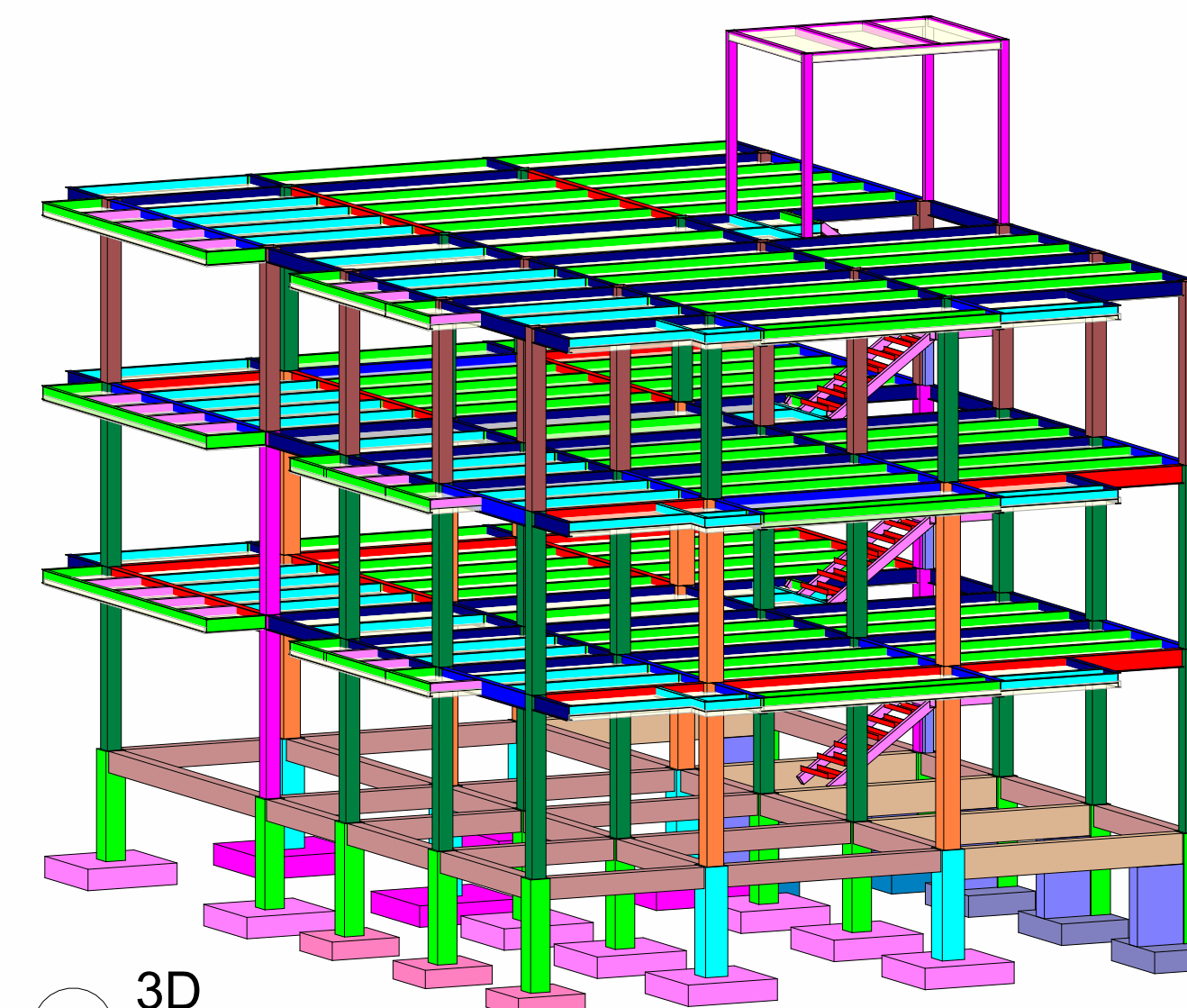
10 CIMENTACIÓN



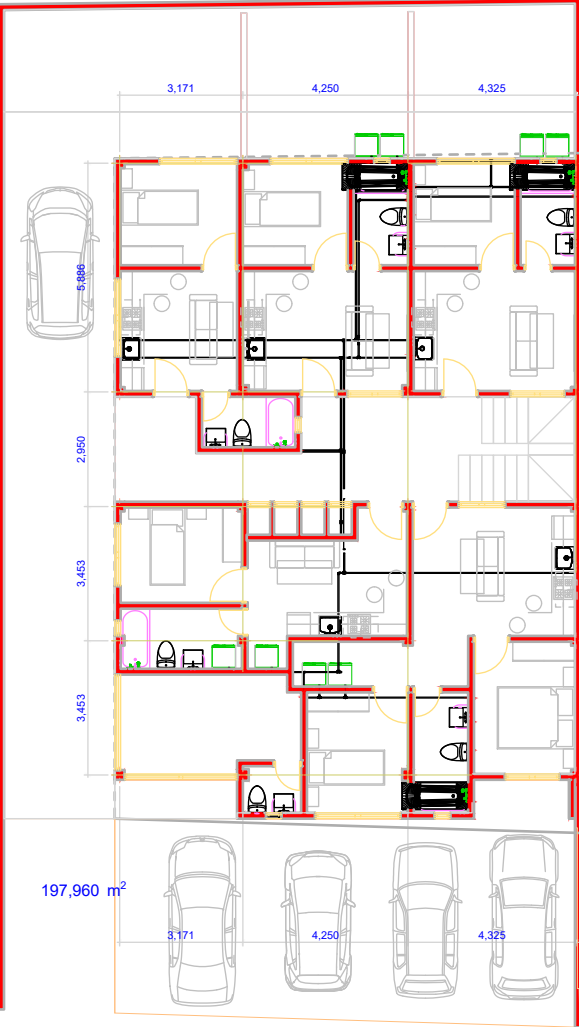
7 Oeste
1 : 100



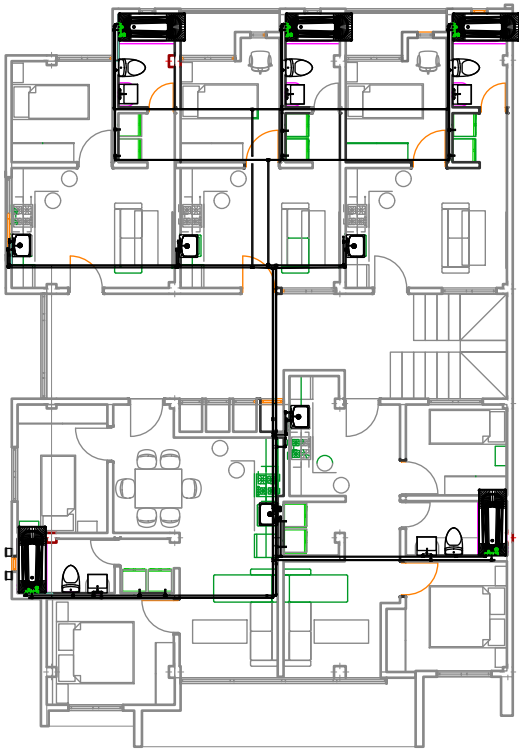
8 Norte
1 : 100



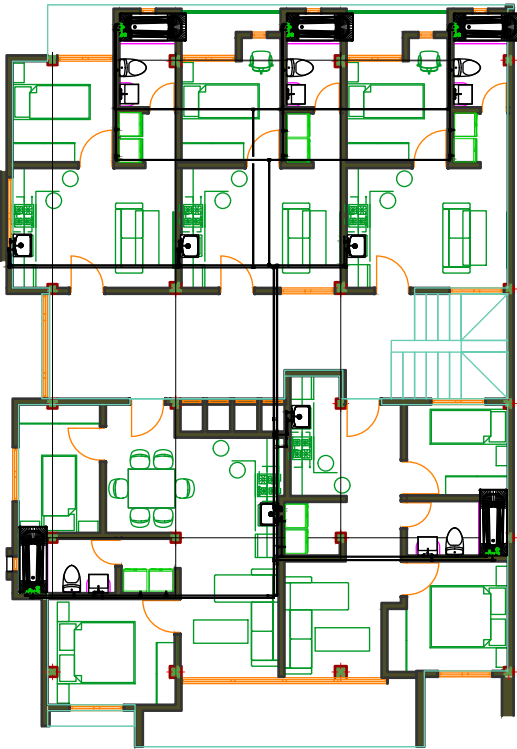
9 3D



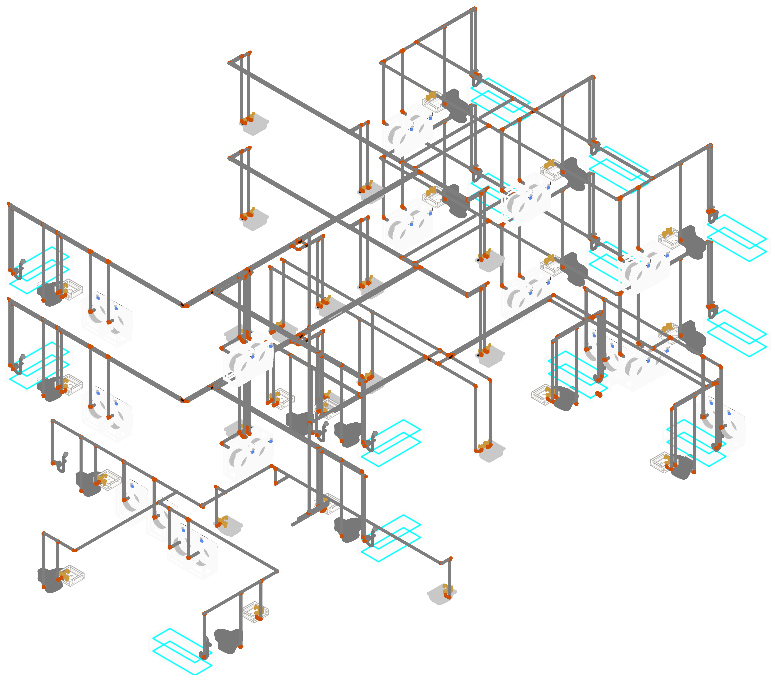
PLANTA BAJA



1ra PLANTA ALTA



2da PLANTA ALTA



ISOMETRIA

SIMBOLOGIA AGUA POTABLE	
	RED DE AGUA CALIENTE Ø 1/2"
	RED DE AGUA FRIA Ø 1/2"
	MEDIDOR
	VALVULA CHECK
	ACOMETIDA
	VALVULA DE PASO
	CALEFON A GAS
	CODO DE 90°
	PUNTO DE AGUA
	TEE
	TUBERIA VERTICAL A. POTABLE
	TANQUE DE RESERVA

PROYECTO: MIRADOR DEL VALLE	
ESCALA : 1 — 100	
	DISEÑO: Ing. Crishian González
	DIGITALIZACION:
	REV: Ing. Crishian González
CONTIENE: Cortes, simbología Instalaciones Hidrosanitarias	
AZOGUES, NOVIEMBRE DE 2024	
HOJA :	2/2