

A photograph of a modern, two-story house at dusk. The house features a dark roof with warm LED lighting strips along the eaves. The facade is a mix of dark wood paneling, large glass windows, and a textured white wall. A balcony with a glass railing and potted plants is visible. A white car is partially visible in the foreground. A semi-transparent purple rectangle is overlaid on the center of the image, containing the title and author's name.

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO
BUNKER EN VIVIENDAS DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO, 2025**

Elvis Adrian Simbaña Rea



**Universidad
Indoamérica**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA DISEÑO Y ARTES
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE BOONKER EN VIVIEN-
DAS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 2025**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Arquitecto

Autor(a)

Simbaña Rea Elvis Adrián

Tutor(a)

Ing. Jorge Ponce

**QUITO - ECUADOR
2025**

Simbaña, E (2025).
Implementación del sistema constructivo de boonker en
viviendas del distrito metropolitano de Quito, 2025

Universidad Indoamérica - Quito

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, SIMBAÑA REA ELVIS ADRIÁN , declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE BOONKER EN VIVIENDAS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 2025”. como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorizo al sistema de Biblioteca de la Universidad Tecnológica Indoamerica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deba firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Quito, a los 22 días del mes de agosto de 2025, firmo conforme:

.....
SIMBAÑA REA ELVIS ADRIÁN
C.I. 1725380024
Dirección: San Juan de Cumbayá
Correo: esimbana3@indoamerica.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quienes suscriben, declaran que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Arquitecto, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 22 de agosto de 2025

.....
SIMBAÑA REA ELVIS ADRIÁN
C.I. 1725380024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE BOONKER EN VIVIENDAS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 2025” presentado por SIMBAÑA REA ELVIS ADRIÁN para optar por el título de Arquitecto., CERTIFICO Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 22 de agosto de 2025

.....
Ing. JORGE PONCE TAMAYO
C.I. 0604254524

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado sobre el Tema: “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE BOONKER EN VIVIENDAS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 2025”, previo a la obtención del Título de Arquitecto, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de integración curricular.

Quito, 22 de agosto de 2025

.....
MSC. ARQ. ORTIZ GUACHAMIN DANIELA
C.I. 1718785676

.....
MsC. CÁCERES ESTEBAN FERNANDO
C.I. 0604254524

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mis padres, por ser ejemplo de esfuerzo, constancia y valores, cuyo apoyo incondicional me ha permitido alcanzar esta meta académica. A mi familia, por la confianza depositada en mí y por motivarme a perseverar a lo largo de este proceso.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la universidad y a la facultad por brindarme la formación académica necesaria para mi desarrollo profesional.

De igual manera expreso mi gratitud a mi familia, por su respaldo constante, por alentarme en los momentos de mayor exigencia y por ser el pilar fundamental en la consecución de esta etapa académica.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis tiene como objetivo implementar y evaluar el sistema constructivo bunker en viviendas unifamiliares dentro del Distrito Metropolitano de Quito, con el fin de analizar su desempeño en relación con el sistema constructivo tradicional. El estudio se enfoca en valorar la viabilidad técnica, económica y constructiva de ambos sistemas, considerando su aplicación en el diseño arquitectónico y constructivo de una vivienda unifamiliar ubicada en la ciudad de Quito, Ecuador. La investigación se estructura metodológicamente bajo un enfoque mixto, combinando herramientas cualitativas y cuantitativas, y se desarrolla en tres etapas principales, como primer objetivo es la caracterización técnica de los sistemas constructivos bunker y tradicional, seguido por la aplicación práctica mediante el desarrollo de un caso de estudio con diseño arquitectónico y presupuesto detallado en etapa de obra gris, y por último la comparación directa entre ambos sistemas en cuanto a costos unitarios por metro cuadrado, tiempos de ejecución y procesos constructivos. Como resultado, se establece una evaluación integral que permite determinar cuál de los sistemas analizados ofrece mayores ventajas en términos de eficiencia económica, optimización del tiempo y racionalización de recursos. Esta comparación busca aportar criterios técnicos relevantes para la toma de decisiones en el ámbito constructivo y económico.

DESCRIPTORES: Sistema constructivo, Vivienda unifamiliar, Comparación técnica, Optimización del tiempo

ABSTRACT

This thesis aims to implement and evaluate the Boonker construction system in singlefamily homes within the Metropolitan District of Quito, in order to analyze its performance in comparison to the traditional construction system. The study focuses on assessing the technical, economic, and constructive feasibility of both systems, considering their application in the architectural and construction design of a singlefamily home located in Quito, Ecuador. The research is methodologically structured under a mixed approach, combining qualitative and quantitative tools, and is developed in three main stages. The first objective is the technical characterization of both the Boonker and traditional construction systems, followed by practical application through the development of a case study with architectural design and a detailed budget in the grey work stage, and finally a direct comparison between both systems in terms of unit costs per square meter, execution times, and construction processes. As a result, a comprehensive evaluation is established, allowing the determination of which of the analyzed systems offers greater advantages in terms of economic efficiency, time optimization, and resource rationalization. This comparison aims to provide relevant technical criteria for decision-making in the construction and economic fields.

KEYWORDS: Construction System, Single-Family Housing, Technical Comparison, Time Optimization

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	4
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	5
APROBACIÓN DEL TUTOR	5
APROBACIÓN TRIBUNAL	6
DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
ABSTRACT	9

ETAPA 1. Conocimiento previo 19

1.1 Introducción al problema de estudio	21
1.2 Justificación	23
1.3 Objetivos	24
1.4 Fundamentación Teórica	25
1.4.1. Sistemas Constructivos Húmedos: Definición y Características Generales	26
1.4.1.1. Mampostería Método Tradicional	27
1.4.1.2. Aplicación y limitaciones contextuales	27
1.4.1.3. Principios Constructivos	28
1.4.2. Origen y Fundamentos Sistema Constructivo Boonker	28
1.4.2.1. Normativas aplicables	29
1.4.2.2. Proceso Constructivo	29
1.4.2.3. Implicaciones urbanas y sociales	29
1.4.2.4. Prefabricación.	30
1.4.2.5. Construcción Modular	30
1.4.3. Seguridad Estructural y Habitacional	31

1.4.3.1. Innovación en Materiales y Tecnologías para la Vivienda . . .	32
1.5 Referente	33
ETAPA 2. Aplicación metodológica.	35
2.1 Información General.	37
2.2 Metodología	37
2.2.1. Fase 1: Caracterización	37
2.2.2. Fase 2: Aplicación	38
2.2.3. Fase 3: Comparación.	38
2.3 Desarrollo metodológico	39
ETAPA 3. Difusión de Resultados	47
3.Resultados	49
3.1 Caracterización	49
3.2 Sistema constructivos tradicional	49
3.3 Sistema constructivo Boonker	49
3.4 Sistema tradicional	52
3.5 Sistema boonker	62
3.6 Presupuesto.	75
3.6.1. Tiempo.	78
3.6.1.1. Sistema tradicional	80
3.6.1.2. Sistema Boonker	80
3.7 Conclusión	81
3.8 Recomendaciones.	82
3.8.1. Cimentación	82

3.8.2. 2. Montaje de muros	82
3.8.3. Colado de concreto en muros	82
3.8.4. Colocación de losas	82
3.8.5. Integración de instalaciones	82
3.8.6. Control de calidad y seguridad	82

4.Referentes Bibliográficos.	83
--------------------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Material más utilizado en viviendas tradicionales en Ecuador	23
Tabla 2. Marco teórico	25
Tabla 3. Estudios de caso	33
Tabla 4. Tipología del proyecto	37
Tabla 5. Cuadro de la metodología	39
Tabla 6. Subsistema estructural tradicional	40
Tabla 7. Subsistema de cerramiento tradicional.	41
Tabla 8. Subsistema de instalaciones tradicional	42
Tabla 9. Subsistema estructural boonker	43
Tabla 10. Subsistema de cerramiento boonker	44
Tabla 11. Subsistema de instalaciones boonker	45
Tabla 12. Presupuesto general.	76
Tabla 13. Tiempo de ejecución tradicional	78
Tabla 14. Tiempo de ejecución bunker	79
Tabla 15. Resumen de diagrama de grant sistema tradicional	80
Tabla 16. Resumen de diagrama de grant sistema bunker	80
Tabla 17. Comparativa sistema tradicional vs sistema bunker	81
Tabla 18. Cuadro de conclusiones	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Viviendas con autoconstrucción	21
Figura 2. Vulnerabilidad en viviendas.	22
Figura 3. Sistema constructivo húmedo	26
Figura 4. Materiales de construcción	26
Figura 5. Mampostería método tradicional	27
Figura 6. Sistema Constructivo Boonker	28
Figura 7. Materiales sistema constructivo boonker	28
Figura 8. Proceso constructivo	29
Figura 9. Técnica de prefabricación	30
Figura 10. Propiedades del módulo	30
Figura 11. Seguridad	31
Figura 12. Revisión de norma en campo	32
Figura 13. Materiales de vivienda.	32
Figura 14. Subsistema estructural tradicional	40
Figura 15. Subsistema de cerramiento tradicional	41
Figura 16. Subsistema de instalaciones tradicional.	42
Figura 17. Subsistema estructural boonker	43
Figura 18. Subsistema de cerramiento boonker	44
Figura 19. Subsistema de instalaciones boonker.	45
Figura 20. Características sistema constructivo tradicional	50
Figura 21. Características sistema constructivo boonker	51
Figura 22. Planta baja tradicional	52
Figura 23. Planta alta tradicional	53
Figura 24. Planta de cimentación	54
Figura 25. Instalaciones hidráulicas tradicional planta baja	55
Figura 26. Instalaciones hidráulicas tradicional planta alta	56
Figura 27. Instalaciones eléctricas tradicional planta baja	57
Figura 28. Instalaciones eléctricas tradicional planta alta	58
Figura 29. Instalaciones sanitarias tradicional planta baja	59

Figura 30. Instalaciones sanitarias tradicional planta alta	60
Figura 31. Plintos	61
Figura 32. Contrapiso.	61
Figura 33. Viga tipo tradicional	61
Figura 34. Detalle de losa tradicional	61
Figura 35. Columna tipo tradicional	62
Figura 36. Planta baja boonker	63
Figura 37. Planta alta boonker	64
Figura 38. Planta cubierta boonker	65
Figura 39. Planta de cubierta	66
Figura 40. Instalaciones hidraulicas bunker planta baja	68
Figura 41. Instalaciones hidraulicas bunker planta alta	69
Figura 42. Instalaciones eléctricas bunker planta baja	70
Figura 43. Instalaciones eléctricas bunker planta alta	71
Figura 44. Instalaciones sanitarias bunker planta baja	72
Figura 45. Instalaciones sanitarias bunker planta alta	73
Figura 46. Traslapes boonker	74
Figura 47. Detalle cadena boonker	74
Figura 48. Armado mampostería	74
Figura 49. Detalle acero horizontal.	74
Figura 50. Detalle acero horizontal.	75
Figura 51. Detalle dintel bunker	75

ETAPA 1

Conocimiento previo

● Conocimiento previo

1.1 Introducción al problema de estudio

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, existe una gran problemática al acceso de una vivienda segura y sobre todo digna, toda la región tiene un déficit habitacional mayor al 40%, el cual se ve dividido en dos componentes: el déficit cuantitativo, que muestra la falta de unidades habitacionales, y el déficit cualitativo, que se representa la necesidad de mejorar las viviendas ya existentes. Esta situación responde a diferentes factores tanto como estructurales, informalidad en las viviendas de construcción y sus tiempos de edificación, precios elevados en los materiales tradicionales, y la falta de políticas de viviendas eficaces. (CEPAL, 2021)

Uno de los fundamentales retos que enfrenta la región es la ineficiencia del sistema constructivos tradicionales. En países como Perú, Colombia y México, las viviendas informales representan más de un 60% del parque habitacional urbano, estas edificaciones por lo general son autoconstruidas y no cuentan con una planificación técnica, sumando los tiempos de construcción con los sistemas húmedos tradicionales. (MIDUVI, 2022).

Figura 1. Viviendas con autoconstrucción



Fuente: Gestión pe.

En términos de procesos constructivos, los sistemas tradicionales que están basados en mampostería húmeda requieren más tiempo, tanto en ejecución de obra y el proceso de curado y fraguado pueden extenderse varios meses, ya que se ven afectados por condiciones climáticas adversas, escasez de mano de obra calificada y dificultades logísticas. Estos factores elevan los costos finales y retrasan la entrega de viviendas, exacerbando el déficit habitacional. (MIDUVI, 2022).

En América Latina, el crecimiento acelerado de las ciudades ha provocado que un gran porcentaje significativo de la población se asiente en zonas urbanas marginales y de alto riesgo. La escasez de suelo para construir de manera accesible y la falta de políticas de ordenamiento territorial eficientes han llevado a

que muchas familias construyan viviendas en áreas vulnerables, como laderas propensas a deslizamientos, márgenes de ríos sujetos a inundaciones, y zonas sísmicas (UN-Habitat, 2020).

Estas ubicaciones precarizan aún más las condiciones habitacionales, ya que los riesgos naturales se combinan con la informalidad constructiva, la falta de servicios básicos y la ausencia de supervisión técnica. Esta situación genera un círculo vicioso donde la inseguridad del terreno limita las inversiones para mejorar las viviendas, perpetuando la precariedad y aumentando la vulnerabilidad de las poblaciones afectadas (CEPAL, 2021).

Figura 2. Vulnerabilidad en viviendas



Fuente: Periódico UNAL

Estas ubicaciones precarizan aún más las condiciones habitacionales, ya que los riesgos naturales se combinan con la informalidad constructiva, la falta de servicios básicos y la ausencia de supervisión técnica. Esta situación genera un círculo vicioso donde la inseguridad del terreno limita las inversiones para mejorar las viviendas, perpetuando la precariedad y aumentando la vulnerabilidad de las poblaciones afectadas (CEPAL, 2021).

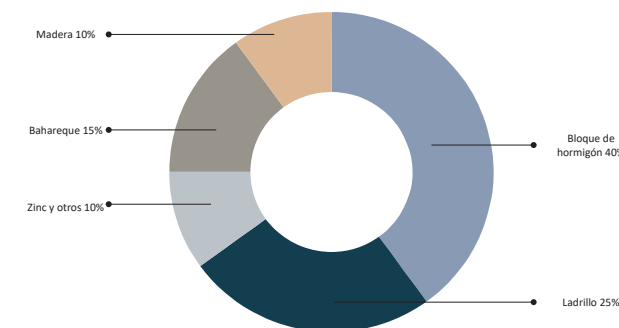
De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022), más del 30% de los hogares en el país tienen algún tipo de necesidad habitacional, siendo el 15% de tipo cuantitativo (falta de vivienda) y el 17% cualitativo (condiciones precarias). El acceso a vivienda está estrechamente ligado a factores económicos, acceso a créditos, condiciones de la tierra y normativas urbanas.

En Quito, la capital del país y una de las zonas con mayor densidad poblacional, el crecimiento urbano ha sido acelerado pero muchas veces desordenado. El Distrito Metropolitano concentra una gran cantidad de construcciones informales, especialmente en zonas periféricas y de riesgo geológico. Estas viviendas, en su mayoría, son levantadas con bloques de hormigón, cemento y acero, sin supervisión técnica ni cumplimiento de normativas de construcción (MIDUVI, 2023).

El tiempo de ejecución en las viviendas tradicionales en Ecuador varía entre 4 a 8 meses por vivienda de interés social, dependiendo de la disponibilidad de recursos y personal capacitado. Además, estos sistemas exigen procesos de curado, fraguado y acabados húmedos, lo que retrasa la entrega de las viviendas y encarece el costo final del proyecto. (Navarrete, 2023)

Además, la cadena de suministro de materiales presenta limitaciones. Aunque existe producción local de ladrillo y bloque, la calidad y cantidad son variables, lo que afecta la planificación de obras. La dependencia de insumos importados o de larga distancia para cemento y acero también genera fluctuaciones en precios y demoras en entregas, lo que impacta en la economía de los proyectos habitacionales (Torres & Martínez, 2020).

Tabla 1. Material más utilizado en viviendas tradicionales en Ecuador



Fuente: Elaboración propia, sobre datos procesados por MIDUVI, 2023

La infraestructura urbana en estas zonas suele ser insuficiente o inexistente, lo que afecta el acceso a agua potable, saneamiento, electricidad y transporte, impactando negativamente en la calidad de vida y la salud pública. La concentración de viviendas en áreas no seguras también representa un desafío para los gobiernos locales en términos de gestión de riesgos y prevención de desastres. (MIDUVI, 2023).

En el contexto ecuatoriano, el fenómeno de la ocupación de terrenos inseguros es especialmente crítico en el Distrito Metropolitano de Quito. La ciudad ha experimentado un crecimiento urbano acelerado, muchas veces desordenado, que ha impulsado la expansión de asentamientos informales en las periferias y en zonas con alta vulnerabilidad geológica, como laderas inestables y zonas con riesgo de inundación (MIDUVI, 2023).

Quito enfrenta condiciones geográficas y climáticas particulares que agravan esta problemática. La ciudad

se encuentra en una zona de alta sismicidad, lo que exige sistemas constructivos más seguros y eficientes en términos estructurales. No obstante, muchas viviendas informales o de autoconstrucción principalmente en sectores periféricos como Calderón, Carapungo, La Ecuatoriana, Guamaní y Chillogallo no cumplen con las normas técnicas sismo-resistentes, generando altos niveles. El Comercio. (2023, marzo 16)

1.2 Justificación

El déficit habitacional en Quito se ha visto agravado por limitaciones estructurales en los métodos constructivos tradicionales, que además de extender los plazos de ejecución, impactan negativamente en la viabilidad económica de los proyectos sociales. Esta situación dificulta que el sector público y privado puedan responder con rapidez a la demanda creciente de viviendas asequibles, perpetuando la existencia de asentamientos informales y condiciones de vivienda precarias. (MIDUVI, 2022).

La adopción de sistemas constructivos innovadores no solo busca reducir los tiempos de edificación, sino también mejorar la calidad de los procesos, logrando un mayor control sobre la construcción, estandarización de componentes y reducción de errores o retrabajos. Esta optimización de la producción es vital para maximizar los recursos disponibles y garantizar viviendas con mejores condiciones estructurales y funcionales. (Navarrete, 2023)

Asimismo, la aplicación de estas tecnologías en el contexto metropolitano de Quito permite superar barreras relacionadas con la falta de mano de obra especializada y la baja capacitación técnica, ya que sistemas constructivos estandarizados facilitan la

formación y supervisión de los equipos de trabajo. Esto es particularmente relevante en zonas donde la informalidad constructiva es predominante y genera riesgos para la seguridad habitacional. (MIDUVI, 2023)

Además, la mejora en los procesos constructivos contribuye a la formalización del sector de la construcción y fomenta la generación de empleo técnico calificado, lo que repercute positivamente en la economía local y en la calidad de vida de las comunidades. Desde la perspectiva institucional, esta investigación provee insumos técnicos para la actualización de normativas y estándares que regulan la construcción de vivienda social, facilitando la integración de nuevas tecnologías en el marco legal vigente. (CEPAL, 2021)

Por último, este estudio se posiciona como una contribución relevante para planificadores urbanos, autoridades y profesionales de la construcción, al proporcionar un análisis detallado de los beneficios y desafíos asociados a la implementación de sistemas constructivos, promoviendo una mejora integral en la gestión del déficit habitacional en Quito.

1.3 Objetivos

Objetivo general

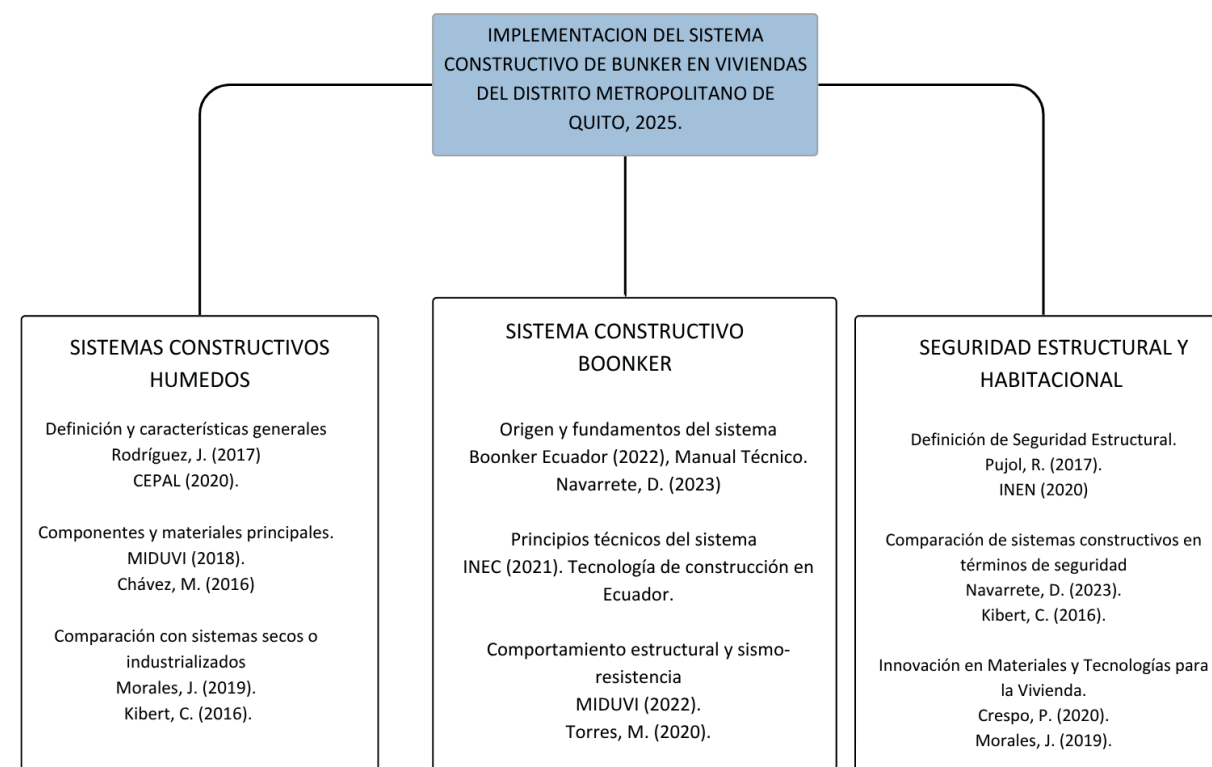
Analizar el sistema constructivo Boonker en comparación con el sistema tradicional, a fin de evaluar su viabilidad técnica, económica y constructiva en la edificación de una vivienda unifamiliar en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, en el año 2025

Objetivos específicos

- Caracterizar el sistema constructivo tradicional y el sistema boonker.
- Aplicar el sistema constructivo tradicional y el sistema Boonker en el diseño de una propuesta arquitectónica y constructiva de vivienda unifamiliar.
- Comparar los sistemas constructivos tradicional y Boonker mediante la determinación y análisis del costo por metro cuadrado en etapa de obra gris, identificando diferencias en cimentación, estructura, cerramientos y cubierta, para evaluar su eficiencia económica en proyectos de vivienda unifamiliar.

1.4 Fundamentación Teórica

Tabla 2. Marco teórico



Fuente: Elaboración propia

1.4.1. Sistemas Constructivos Húmedos: Definición y Características Generales

Los sistemas constructivos húmedos son aquellos que dependen de la mezcla de agua con materiales como cemento, arena, cal y otros aditivos para formar una pasta que se utiliza en la albañilería y la colocación de bloques y ladrillos. Estos sistemas son los más tradicionales y predominan en la construcción de viviendas en muchas regiones de América Latina, incluida Ecuador, los sistemas húmedos implican una técnica que requiere un mayor tiempo de ejecución debido al proceso de curado y secado de los materiales, lo que puede prolongar la duración de la construcción. Además, su eficiencia depende en gran medida de las condiciones climáticas, como la temperatura y la humedad, que afectan el tiempo de fraguado del concreto. Rodríguez (2017).

Figura 3. Sistema constructivo húmedo



Fuente: Construtora Rey

Según Construmatica, la construcción húmeda es el sistema más difundido en muchos países, también conocido como construcción tradicional. Este sistema se caracteriza por la utilización de paredes portantes de mampostería, como ladrillos, bloques o piedra, y la aplicación de revoques

interiores, instalaciones de tuberías y techos de tejas cerámicas. Aunque es ampliamente conocido y utilizado, presenta desventajas como su lentitud en la ejecución, el uso intensivo de mano de obra y la necesidad de realizar trabajos adicionales para instalaciones, lo que incrementa los costos y tiempos de construcción.

Figura 4. Materiales de construcción



Fuente: Uncategorized

El componente principal de los sistemas húmedos son los materiales utilizados en la mezcla, como el cemento, los bloques de concreto y los ladrillos. Estos materiales, aunque ampliamente disponibles, requieren de un control adecuado en su fabricación y transporte para garantizar su resistencia y durabilidad (Chávez, 2016).

La principal ventaja de los sistemas húmedos es que son de bajo costo y tienen una gran accesibilidad, ya que se puede obtener fácilmente tanto la mano de obra como los materiales en casi cualquier región. Sin embargo, esta accesibilidad también puede convertirse en una desventaja cuando se presentan fallos en la ejecución, como la falta de una mezcla adecuada de los componentes o un mal curado del concreto, lo que puede comprometer la seguridad estructural de las viviendas (MIDUVI, 2018).

A pesar de las ventajas económicas de los sistemas húmedos, su comparación con los sistemas secos o industrializados revela importantes diferencias. Morales (2019) señala que los sistemas secos ofrecen una mayor rapidez en la ejecución y un mayor control en la calidad de los materiales, lo que los hace más confiables en términos de durabilidad y seguridad. Kibert (2016) agrega que los sistemas industriales no solo permiten una construcción más eficiente, sino que también contribuyen a la sostenibilidad al reducir el desperdicio de materiales y optimizar el uso de recursos.

La elección del sistema constructivo en el diseño de viviendas unifamiliares es un aspecto fundamental que influye directamente en los tiempos de ejecución, costos, impacto ambiental y calidad de vida de los usuarios. En la ciudad de Quito, Ecuador, se reconocen estos dos sistemas con alta aplicabilidad en el ámbito residencial: el sistema constructivo tradicional y el sistema Boonker. Ambos responden a necesidades diferentes dentro del contexto urbano, económico y técnico del país.

Figura 5. Mampostería método tradicional



Fuente: Agendar.gob

1.4.1.1. Mampostería Método Tradicional

Normativas aplicables

El sistema tradicional está regulado por una serie de normativas nacionales que garantizan la seguridad estructural, habitabilidad y eficiencia energética de las edificaciones:

- Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- (NEC): NEC-SE: Diseño estructural y resistencia sísmica,
- NEC-VIV: Especificaciones técnicas para viviendas sociales,
- NEC-T: Comportamiento térmico y eficiencia energética en edificaciones (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2015).
- Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE INEN):
- INEN 0872: Bloques de hormigón para muros.
- INEN 0892: Cemento Portland – requisitos de calidad (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2019).

Estas normativas definen parámetros de seguridad estructural, resistencia de materiales, aislamiento térmico, durabilidad y confort.

1.4.1.2. Aplicación y limitaciones contextuales

En Quito, este sistema es común por su accesibilidad de materiales, conocimiento técnico local y flexibilidad en el diseño. No obstante, presenta limitaciones como tiempos prolongados de construcción, mayor producción de residuos por la dependencia de condiciones climáticas y la calidad de mano de obra (Salazar & Cueva, 2020).

1.4.1.3. Principios Constructivos

Su construcción es lineal y secuencial (cimentación → estructura → cerramientos). estructuras de concreto armado y albañilería portante. acabados aplicados después de la construcción estructural, elevado uso de materiales húmedos (mortero, hormigón) y dependencia de condiciones climáticas.

Figura 6. Sistema Constructivo Boonker



Fuente: Ormac.com

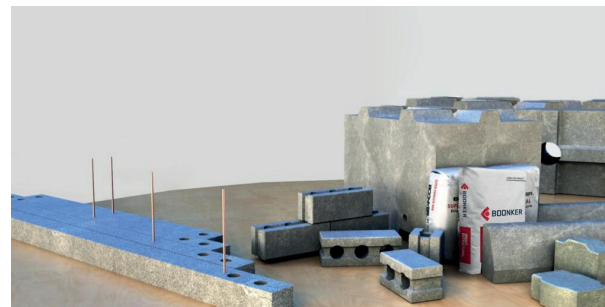
1.4.2. Origen y Fundamentos Sistema Constructivo Boonker

El sistema Boonker corresponde a una tecnología constructiva modular e industrializada. Se compone de estructuras metálicas livianas y paneles tipo sándwich con núcleo aislante, que permiten una construcción rápida, limpia y eficiente (Boonker Ecuador, 2023).

Según Boonker el sistema Boonker es una innovadora solución constructiva desarrollada en Ecuador, diseñada para ofrecer edificaciones de alta resistencia sísmica,

eficiencia energética y sostenibilidad, este sistema utiliza bloques de hormigón UHPC (Ultra High Performance Concrete) que permiten la construcción de muros de carga monolíticos, capaces de integrar varillas de acero cada 12.5 cm en vertical y cada 15 cm en horizontal. Esta configuración facilita la implementación de mampostería armada, optimizando la seguridad estructural y reduciendo la necesidad de columnas tradicionales.

Figura 7. Materiales sistema constructivo boonker



Fuente: Boonker Construcciones

El sistema Boonker también contribuye a la sostenibilidad de la construcción, ya que reduce el desperdicio de materiales y mejora la eficiencia en el uso de recursos, lo que es crucial en el contexto del cambio climático y la escasez de recursos naturales (Kibert, 2016). En el caso del Distrito Metropolitano de Quito, donde la demanda de viviendas es alta y el terreno es limitado, la implementación del sistema Boonker podría ofrecer una solución viable para construir viviendas de calidad, con un menor impacto ambiental y a un costo más accesible. Además, la rapidez de su implementación podría contribuir a la reducción de la brecha de vivienda en la ciudad.

El proceso constructivo incluye estudio de suelo y replanteo, cimentación adaptada a la modulación del sistema, prefabricación de módulos y transporte al sitio, las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias se integran en el ensamblaje de los módulos. En promedio, la ejecución de una vivienda de este tipo puede completarse en menos de 60 días.

1.4.2.1. Normativas aplicables

Para operar dentro del marco legal ecuatoriano, este sistema también debe cumplir con los siguientes reglamentos,

- NEC-SE: Diseño sísmico para estructuras metálicas livianas,
- NEC-T: Requisitos de transmitancia térmica de cerramientos,
- INEN 0664: Paneles sándwich para cerramientos,
- INEN 2064: Condiciones térmicas en edificaciones (INEN, 2019).

Adicionalmente, algunos proveedores incorporan certificaciones internacionales relacionadas con eficiencia energética, resistencia estructural y sostenibilidad.

1.4.2.2. Proceso Constructivo

Este sistema boonker cuenta con paredes maestras no tienen vigas, columnas y zapatas, trabaja con una losa de cimentación para el anclaje tiene varillas de 10 mm y varillas de 12 mm solo en los extremos donde están

los encuentros de las paredes, uno de los principales beneficios de este método constructivo es la velocidad en obra ya que el fabricante Boonker determina que puede realizar una casa de 1 nivel en 1 mes con acabado en gris.

Figura 8. Proceso constructivo



Fuente: Trajano Bermeo Jaramillo

1.4.2.3. Implicaciones urbanas y sociales

Los dos sistemas constructivos presentan respuestas distintas frente a la demanda de vivienda unifamiliar en Quito. mientras el sistema tradicional representa la continuidad de una práctica constructiva culturalmente arraigada, el sistema Boonker plantea una alternativa innovadora con potencial para atender necesidades urgentes de vivienda con criterios de eficiencia y sostenibilidad.

En contextos urbanos donde el acceso al suelo, el tiempo de ejecución y la eficiencia energética son críticos, el sistema Boonker puede ofrecer soluciones viables a corto plazo. Por su parte, el sistema tradicional permite mayor personalización y una integración paulatina a la trama urbana consolidada (MIDUVI, 2022).

Además, el sistema Boonker ha sido certificado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador para la construcción de edificios de departamentos. Su diseño modular y la utilización de hormigones de alta densidad permiten una rápida ejecución de obras, con tiempos de construcción significativamente menores en comparación con métodos tradicionales. Esto se traduce en una mayor rentabilidad y eficiencia en proyectos habitacionales, especialmente en zonas con alta demanda de vivienda. (Bunker 2023).

1.4.2.4. Prefabricación.

Según Rojas y Ortega (2008), “la prefabricación es una técnica de construcción industrializada que permite reducir los tiempos de ejecución, mejorar el control de calidad y disminuir los residuos en obra”.

Asimismo, Nawari y Kuenstle (2015) afirman que “la prefabricación optimiza los procesos constructivos al separar la producción del montaje, permitiendo mayor eficiencia y menor exposición a riesgos ambientales”.

Figura 9. Técnica de prefabricación

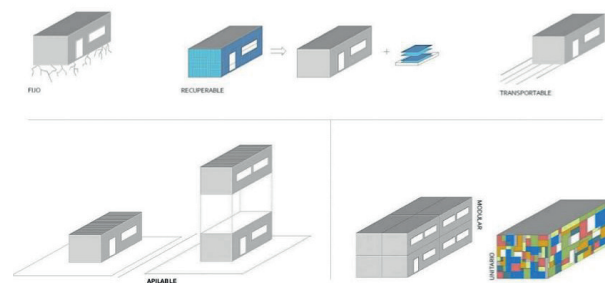


Fuente: shutterstock

1.4.2.5. Construcción Modular

Según el Modular Building Institute, “la construcción modular es un proceso en el que un edificio se construye fuera del sitio, bajo condiciones controladas, utilizando los mismos materiales y diseñando con los mismos códigos y estándares que las instalaciones construidas convencionalmente, pero en aproximadamente la mitad del tiempo”. Esta metodología ha ganado popularidad debido a su eficiencia y capacidad para adaptarse a diversas necesidades urbanísticas.

Figura 10. Propiedades del módulo



Fuente: Ovacen Arquitectura

Según Gibb (1999), “la construcción modular forma parte de una estrategia más amplia de construcción fuera del sitio (off-site construction), la cual busca mejorar la productividad, reducir riesgos laborales y asegurar la calidad a través de la estandarización de procesos”. Esta teoría considera a los módulos como componentes independientes pero compatibles que pueden ensamblarse como un sistema integral, lo cual ofrece ventajas en términos de tiempo y logística. Sistema Constructivo Boonker: Características y Beneficios

El sistema Boonker es un sistema constructivo industrializado que se caracteriza por el uso de materiales prefabricados que permiten una rápida y eficiente construcción de viviendas. Este sistema utiliza paneles de concreto prefabricado que son ensamblados en el sitio de construcción, lo que reduce significativamente el tiempo de ejecución en comparación con los sistemas húmedos. Además, la calidad controlada de los materiales prefabricados garantiza una mayor resistencia y durabilidad de la estructura, lo que mejora la seguridad estructural en comparación con las construcciones tradicionales (Navarrete, 2023).

Según Boonker el sistema Boonker es una innovadora solución constructiva desarrollada en Ecuador, diseñada para ofrecer edificaciones de alta resistencia sísmica, eficiencia energética y sostenibilidad, este sistema utiliza bloques de hormigón UHPC (Ultra High Performance Concrete) que permiten la construcción de muros de carga monolíticos, capaces de integrar varillas de acero cada 12.5 cm en vertical y cada 15 cm en horizontal. Esta configuración facilita la implementación de mampostería armada, optimizando la seguridad estructural y reduciendo la necesidad de columnas tradicionales.

El sistema Boonker también contribuye a la sostenibilidad de la construcción, ya que reduce el desperdicio de materiales y mejora la eficiencia en el uso de recursos, lo que es crucial en el contexto del cambio climático y la escasez de recursos naturales (Kibert, 2016). En el caso del Distrito Metropolitano de Quito, donde la demanda de viviendas es alta y el terreno es limitado, la implementación del sistema Boonker podría ofrecer una solución viable para construir viviendas de calidad, con un menor impacto ambiental y a un costo más accesible. Además, la rapidez de su implementación podría contribuir a la reducción de la brecha de vivienda en la ciudad.

1.4.3. Seguridad Estructural y Habitacional

La seguridad estructural es uno de los aspectos más críticos en la construcción de viviendas, ya que garantiza la resistencia de la estructura ante fenómenos como sismos, vientos y otras cargas externas refiriéndose a la capacidad de una edificación para soportar cargas sin comprometer su integridad física ni la de sus ocupantes. Según Pujol (2017).

Figura 11. Seguridad



Fuente: Gran Magtech

Según la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, la seguridad estructural implica que la estructura cumpla con los requisitos mínimos para garantizar la integridad de los ocupantes ante diversos fenómenos naturales, como sismos o vientos fuertes, y que esté diseñada para resistir tanto las cargas permanentes como las variables.

Por otro lado, el ingeniero Roberto Meli Piralla destaca la importancia de una estructura como el elemento fundamental para la seguridad de cualquier edificación. Según él, es esencial que una estructura sea capaz de resistir su propio peso, las cargas provocadas por distintos

escenarios extraordinarios como fuertes vientos, sismos o hundimientos, y que permanezca funcional durante su vida útil. Este enfoque subraya la necesidad de un diseño adecuado y el cumplimiento de normas de construcción para garantizar la seguridad estructural.

Figura 12. Revisión de norma en campo



Fuente: Amer Obres

En cuanto a la seguridad habitacional, no solo se trata de la resistencia de la estructura, sino también de las condiciones de salubridad y habitabilidad. La falta de ventilación adecuada, el hacinamiento y las condiciones sanitarias deficientes pueden poner en riesgo la salud de los ocupantes, lo que agrava la situación en viviendas construidas con sistemas húmedos que no garantizan la ventilación y el aislamiento adecuados (Navarrete, 2023).

Por otro lado, en el contexto ecuatoriano, la seguridad habitacional también está vinculada al derecho constitucional de vivir en un hábitat seguro y saludable destacando que este derecho es esencial para una vida digna, y que el Estado debe garantizarlo a través de políticas públicas que aseguren viviendas adecuadas, servicios básicos y un entorno libre de riesgos. (La Asamblea Nacional de Ecuador, 2023)

1.4.3.1. Innovación en Materiales y Tecnologías para la Vivienda

El avance en los materiales y tecnologías utilizadas en la construcción es fundamental para mejorar tanto la eficiencia como la sostenibilidad de las viviendas. La innovación en este campo ha permitido el desarrollo de nuevos materiales, como los paneles prefabricados, el concreto ligero y las estructuras modulares, que ofrecen ventajas en términos de rapidez de construcción, reducción de costos y eficiencia energética (Crespo, 2020).

Figura 13. Materiales de vivienda



Fuente: EKOS

Morales (2019) argumenta que los avances en los materiales de construcción permiten diseñar viviendas más resistentes y sostenibles, adaptadas a las condiciones climáticas cambiantes y a las necesidades de las poblaciones urbanas.

En este sentido, el sistema Boonker se presenta como una alternativa innovadora que utiliza materiales prefabricados y tecnologías que permiten una construcción más rápida y eficiente. Según Crespo (2020), los sistemas industrializados, como el Boonker, tienen el potencial de reducir el impacto ambiental de

la construcción mediante el uso de materiales reciclados y la optimización de los recursos. Además, la rapidez en la ejecución de las obras permite reducir el tiempo de exposición a condiciones climáticas extremas, lo que mejora las condiciones de seguridad y habitabilidad de las viviendas.

1.5 Referente

Tabla 3. Estudios de caso

IMAGEN	NOMBRE	LUGAR	CARACTERÍSTICAS
	Torre Ponceano Castillo Cadena Constructora	Quito / Ponceano.	<ul style="list-style-type: none"> • Espacios Confortables • Climatización pasiva • Espacios comunitarios • Sismo Resistente • Apariencia solida
	Villa Versailles Londoño Arquitectos	Quito / Puenbo	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia Sismica • Resistencia contra la humedad y salinidad • Aislamiento Termico

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 2

Aplicación metodológica

● Aplicación metodológica

2.1 Información General

Enunciar Línea de Investigación, tipo de proyecto, delimitación física y temporal. Puede ser un cuadro introductorio con información puntual:

Tabla 4. Tipología del proyecto

Tipo de Proyecto	Propuesta Innovadora
Línea de investigación	1. Sistemas Territoriales (EUT Estudios Urbanos Territoriales)
Áreas de Investigación:	Quito, Ecuador
Delimitación Temporal:	Periodo A25

Fuente: Elaboración propia

2.2 Metodología

La presente investigación adopta una metodología de enfoque mixto, combinando elementos cuantitativos y cualitativos con el fin de abordar de forma integral el análisis y comparación entre el sistema constructivo tradicional y el sistema Boonker aplicados a viviendas unifamiliares en el Distrito Metropolitano de Quito. Esta combinación permite no solo evaluar parámetros técnicos como costos, tiempos de ejecución y uso de

materiales, sino también interpretar experiencias y percepciones del sector profesional involucrado en la construcción.

El enfoque cuantitativo se aplica principalmente al análisis de costos por metro cuadrado, rendimientos, tiempos de ejecución y cantidades de obra, mediante herramientas como encuestas estructuradas, presupuestos detallados, hojas de cálculo y análisis estadísticos. Por su parte, el enfoque cualitativo permite interpretar las experiencias de arquitectos, ingenieros y constructores, así como observar condiciones constructivas reales a través de levantamientos fotográficos, análisis normativo y revisión técnica de obras en ejecución.

2.2.1. Fase 1: Caracterización

Durante el desarrollo de la investigación, se llevó a cabo un proceso metodológico estructurado en tres momentos. En la primera etapa, se realizó una exploración documental y técnica con el objetivo de estudiar ambos sistemas constructivos desde su origen, evolución y principios estructurales, hasta sus aplicaciones actuales en contextos locales y globales. Se complementó la información con documentación fotográfica de obras reales, lo que permitió elaborar tablas comparativas con características técnicas, materiales utilizados, tiempos de ejecución y costos aproximados. Las herramientas empleadas en esta fase incluyeron Microsoft Excel, fotografías, páginas web especializadas y análisis de normativa técnica vigente.

2.2.2. Fase 2: Aplicación

Posteriormente, en la segunda etapa se procedió con la recopilación de datos técnicos específicos enfocados en la aplicación de ambos sistemas a viviendas unifamiliares. Este análisis comparativo abordó aspectos como procesos constructivos, tipo de cimentación, estructura, cerramientos, mano de obra requerida, tiempos de ejecución y costos asociados. Se elaboraron fichas técnicas, planos en AutoCAD 2D

2.2.3. Fase 3: Comparación

La tercera parte de la investigación tuvo un enfoque aplicativo. Se realizó un análisis detallado de planos arquitectónicos y estructurales, definiendo los detalles constructivos necesarios para llevar ambos sistemas hasta la fase de obra gris, es decir, incluyendo cimentación, estructura, muros y cubierta, sin acabados. Con base en esta información se elaboró un presupuesto general por metro cuadrado, considerando precios de mercado actualizados, rendimientos de obra y cantidades estimadas. Adicionalmente, se aplicaron encuestas dirigidas a profesionales del sector (arquitectos, ingenieros, constructores) y potenciales usuarios, con el objetivo de obtener una percepción práctica sobre la eficiencia, aplicabilidad y costos asociados a cada sistema.

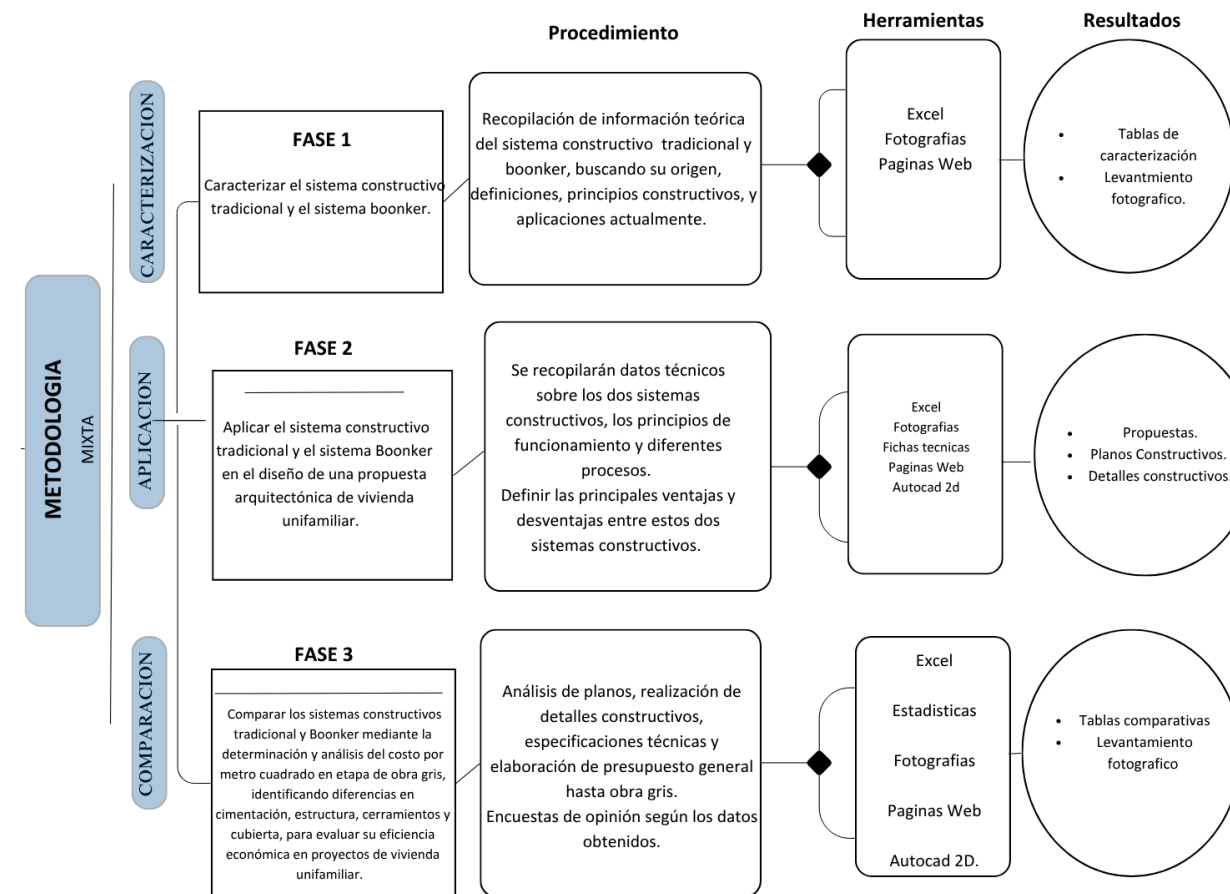
Los resultados obtenidos incluyeron tablas de comparación detalladas por rubros (cimentación, estructura, cerramientos y cubierta), así como análisis técnico sobre la viabilidad económica de cada método constructivo. Las encuestas aportaron datos relevantes sobre la percepción técnica y social en torno a ventajas, limitaciones, tiempos y funcionalidad. Finalmente, se

desarrollaron recomendaciones orientadas a optimizar el presupuesto, seleccionar el sistema más adecuado según el contexto y proponer mejoras técnicas viables para proyectos habitacionales. También se generaron planos constructivos en AutoCAD 2D que representan gráficamente las soluciones estructurales y de obra gris para ambos sistemas.

En conjunto, este enfoque mixto permitió no solo establecer una comparación técnica rigurosa entre dos sistemas constructivos, sino también comprender su comportamiento real en condiciones locales, integrando aspectos normativos, económicos, operativos y sociales. Los resultados de esta tesis buscan servir como insumo para orientar decisiones informadas en el diseño y ejecución de viviendas unifamiliares, contribuyendo al desarrollo de soluciones constructivas más eficientes, viables y ajustadas a las necesidades del entorno urbano en Quito.

2.3 Desarrollo metodológico

Tabla 5. Cuadro de la metodología



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Subsistema estructural tradicional



Fuente: Google

Tabla 6. Subsistema estructural tradicional

Subsistema Estructural TRADICIONAL
Constituye el soporte principal del edificio y está formado por elementos de hormigón armado que transmiten las cargas al terreno
Cimentaciones: zapatas, pilotes, losas de cimentación
Elementos verticales: columnas, muros estructurales.
Elementos horizontales: vigas, losas (macizas, aligeradas, nervadas).

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Subsistema de cerramiento tradicional



Fuente: Google

Tabla 7. Subsistema de cerramiento tradicional

Subsistema de Cerramiento TRADICIONAL
Define los límites del edificio, separando el interior del exterior y los diferentes espacios interiores.
Muros exteriores: mampostería, paneles prefabricados.
Muros interiores: tabiques no portantes.
Los muros deben estar confinados entre columnas y vigas.

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Subsistema de instalaciones tradicional



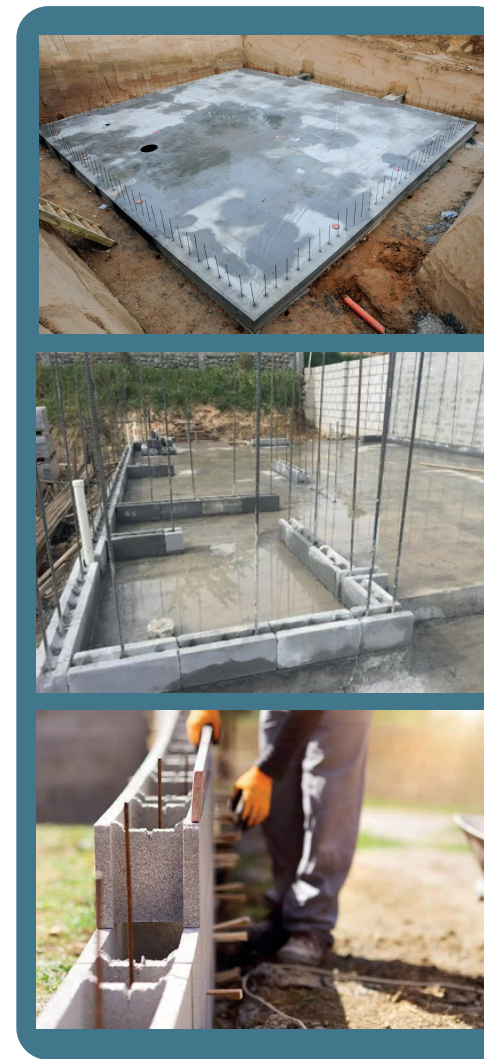
Fuente: Google

Tabla 8. Subsistema de instalaciones tradicional

Subsistema de Instalaciones TRADICIONAL
Permite el funcionamiento de los servicios del edificio. Incluye:
Instalación eléctrica.
Instalación hidrosanitaria (agua potable y alcantarillado).
Instalación de telecomunicaciones (datos, voz).

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Subsistema estructural boonker



Fuente: Google

Tabla 9. Subsistema estructural boonker

Subsistema Estructural BOONKER
Ensamblaje de bloques sobre cimentación, sin columnas ni acero
Cimentación de losa corrida o zapatas aisladas
Bloques o paneles autoportantes que cumplen función estructural.
Uniones por ensamblaje tipo encaje, adhesivos estructurales o mortero mínimo.

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Subsistema de cerramiento boonker



Fuente: Google

Tabla 10. Subsistema de cerramiento boonker

Subsistema de Cerramiento BOONKER

Define los límites del edificio, separando el interior del exterior y los diferentes espacios interiores.

Paneles o bloques prefabricados con terminación lisa.

Muros interiores: tabiques no portantes.

Mayor limpieza en obra.
Reducción de tiempo y recursos en acabados.

Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Subsistema de instalaciones boonker



Fuente: Google

Tabla 11. Subsistema de instalaciones boonker

Subsistema de Instalaciones BOONKER

Permite el funcionamiento de los servicios del edificio. Incluye:

Instalación eléctrica

Canaletas eléctricas embebidas en bloques o en regatas.
Tubería flexible o PVC colocada antes del cerramiento total.
Cajas eléctricas empotradas en paneles o muros.

Instalación hidrosanitaria

Tuberías de agua potable en canaletas entre bloques o bajo contrapiso.
Instalación sanitaria embebida en el muro o sobrepuesta según diseño.
Accesos mediante registros técnicos o ductos verticales.

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 3

Difusión de Resultados

Resultados

3.1 Caracterización

La creciente demanda de soluciones habitacionales sostenibles y asequibles en el Distrito Metropolitano de Quito ha impulsado la búsqueda de nuevas tecnologías constructivas que permitan optimizar recursos, reducir tiempos de ejecución y minimizar el impacto ambiental. En este contexto, el sistema constructivo Boonker se presenta como una alternativa innovadora que responde a los desafíos actuales del sector de la construcción. Su implementación en proyectos de vivienda para el año 2025 plantea una transformación significativa en la forma de edificar en entornos urbanos complejos.

3.2 Sistema constructivos tradicional

Uno de los sistemas tradicionales es uno de los más utilizados en la construcción de viviendas en Ecuador, dado que su disponibilidad de materiales para su construcción se encuentran disponibles en el mercado actual y por la experiencia adquirida tanto para técnicos y trabajadores de obra, se convierte en un sistema aplicable tanto en el ámbito de viviendas unifamiliares como multifamiliares.

Este método emplea técnicas de construcción húmeda, donde se van utilizando diferentes materiales como el hormigón, bloque, arena y cemento. Su estructura está

confirmada por cimentación, columnas, vigas y losas, estos trabajan de la mano de muros de mampostería para formar paredes exteriores como interiores dependiendo del diseño, este método presenta diferentes limitaciones en cuanto a los tiempos de ejecución, control de calidad y eficiencia en la instalación de sistemas complementarios. A continuación, se detallan sus principales características organizadas por subsistemas técnicos.

3.3 Sistema constructivo Boonker

El sistema constructivo Boonker es una alternativa frente al sistema tradicional, este sistema responde a la necesidad de acortar tiempos de ejecución, para al momento de usar elementos modulares prefabricados sea eficiente, permitiendo reducir costos. Además, se caracteriza por no requerir estructuras metálicas adicionales en edificaciones de baja altura, optimizando así costos y logística. En los siguientes cuadros se puede presentar las características de este sistema, organizada por subsistemas fundamentales: estructura, mampostería interna y externa, e instalaciones.

Figura 20. Características sistema constructivo tradicional

Aspecto	Características del Sistema Constructivo Tradicional
Materiales principales	Ladrillo, bloque, mortero de cemento, acero, hormigón.
Tipo de mano de obra	Mano de obra intensiva, generalmente calificada en técnicas tradicionales
Tiempo de construcción	Lento, debido a procesos manuales y secuenciales.
Flexibilidad de diseño	Alta, permite adaptaciones en obra según requerimientos específicos
Costo	Variable, pero puede elevarse por el tiempo y la mano de obra.
Resistencia estructural	Alta, si se ejecuta correctamente y con buenos materiales.

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Características sistema constructivo boonker

Aspecto	Características del Sistema Constructivo Boonker
Materiales principales	Bloques modulares de hormigón de alta resistencia y varilla.
Tipo de mano de obra	Mano de obra semi-calificada, con capacitación básica en ensamblaje del sistema.
Tiempo de construcción	Rápido, por el sistema modular tipo "lego" y fácil montaje
Flexibilidad de diseño	Media, depende del tipo y forma de los bloques utilizados.
Costo	Competitivo o bajo, debido a reducción de materiales (acero) y tiempo de obra.
Resistencia estructural	Alta, por la geometría de los bloques y la resistencia del hormigón.

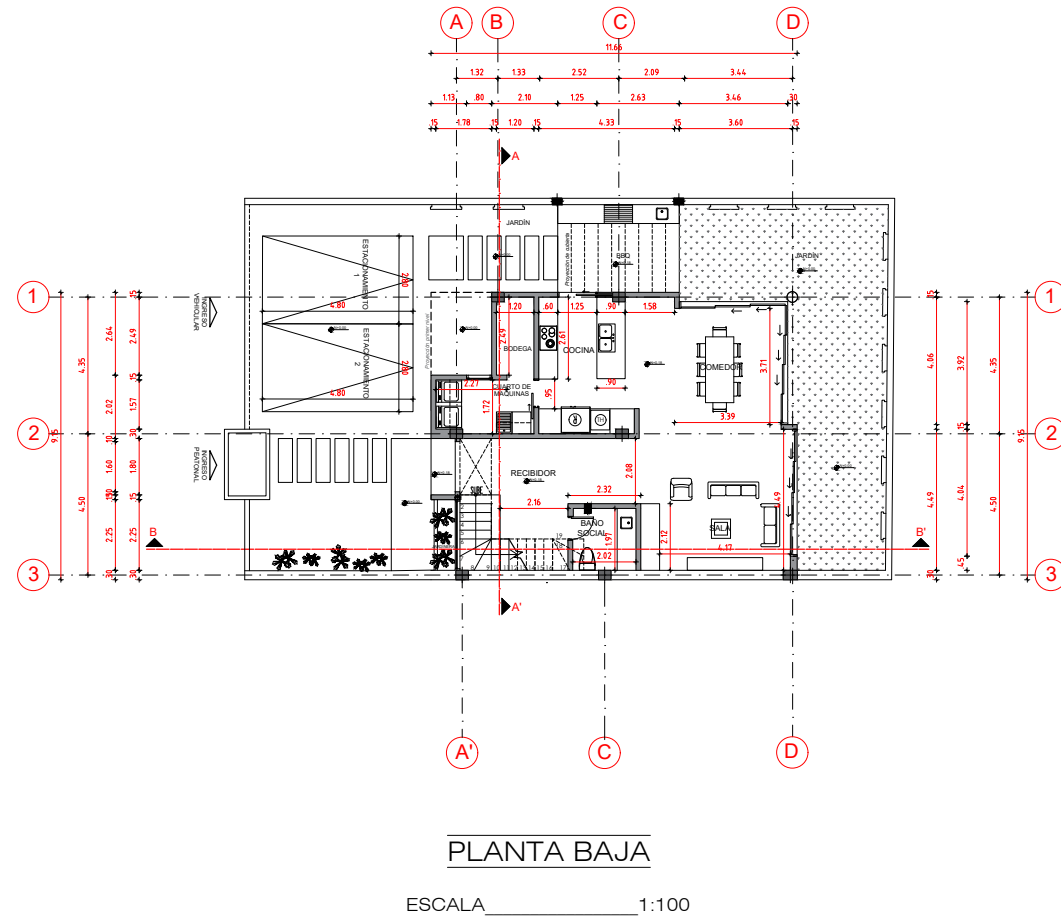
Fuente: Elaboración propia

3.4 Sistema tradicional

El presente informe técnico tiene como objetivo analizar el desempeño del sistema constructivo tradicional y boonker en el contexto de la construcción de viviendas

unifamiliares en la ciudad de Quito, con especial énfasis en tres variables fundamentales: el costo total de construcción m², el tiempo requerido para la ejecución de obra y la secuencia del proceso constructivo, hasta la etapa de obra gris.

Figura 22. Planta baja tradicional

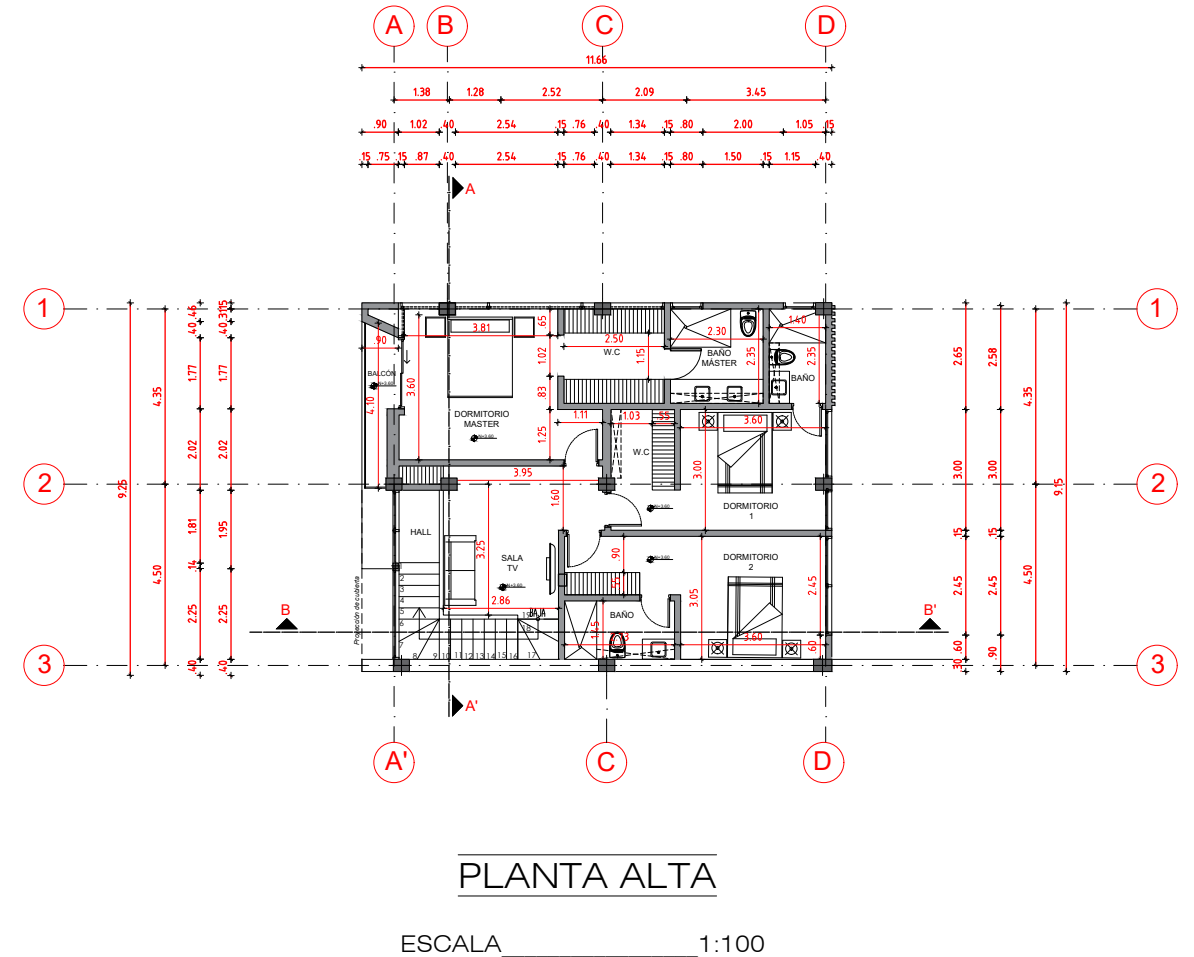


Fuente: Elaboración propia

El proyecto propuesto consiste en una vivienda unifamiliar de dos plantas, con un área total de 212 metros cuadrados. La distribución de los espacios contempla las siguientes áreas: sala, comedor, cocina, bodega,

cuarto de máquinas, medio baño, sala de televisión, dos dormitorios secundarios con sus respectivos baños, y un dormitorio máster que incluye walk-in closet y baño.

Figura 23. Planta alta tradicional

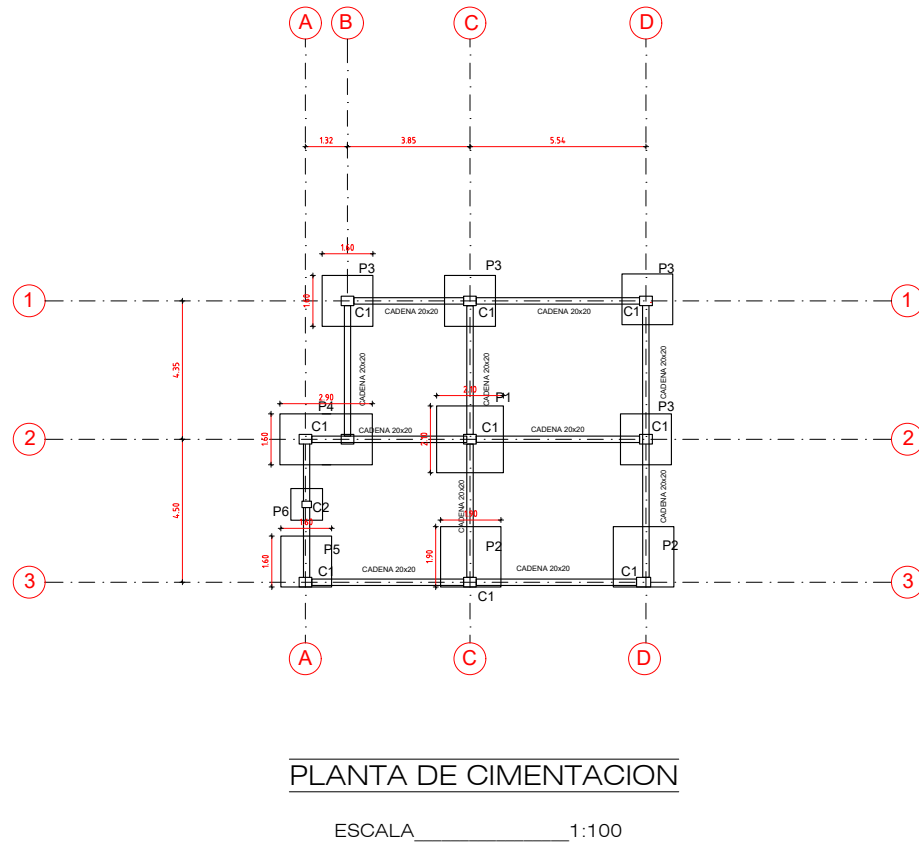


Fuente: Elaboración propia

La planta de cimentación del proyecto está conformada por una estructura tradicional que incluye diferentes elementos diseñados para garantizar la estabilidad del conjunto. Se utilizan tres tipos de plintos y zapatas aisladas con dimensiones de 2,50 m x 2,50 m, 2,00 m x 2,00 m y 1,00 m x 1,00 m, respectivamente. El sistema cuenta con dos tipos de columnas de hormigón armado

con secciones de 0,40 m x 0,30 m y 0,45 m x 0,30 m. Además, se incorpora un contrapiso de 0,07 m de espesor sobre un mejoramiento de suelo previamente compactado, lo que mejora la capacidad portante del terreno. La cimentación se complementa con cadenas de amarre de 0,20 m x 0,20 m, vigas estructurales y una losa, integrando un sistema aperticado y resistente para el soporte de la edificación.

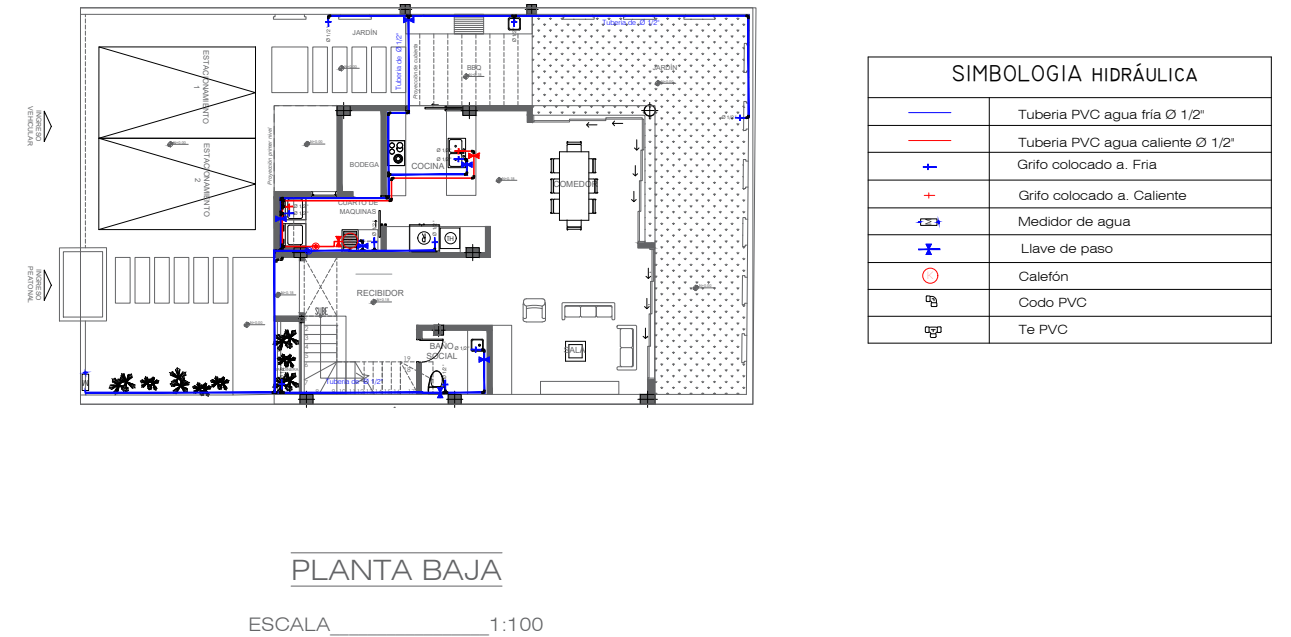
Figura 24. Planta de cimentación



Fuente: Ints|Elaboración propia

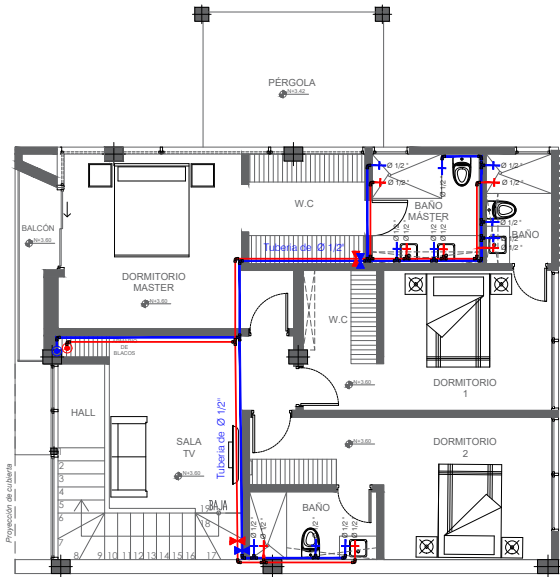
Instalaciones

Figura 25. Instalaciones hidráulicas tradicional planta baja



Fuente: Elaboracion propia

Figura 26. Instalaciones hidraulicas tradicional planta alta



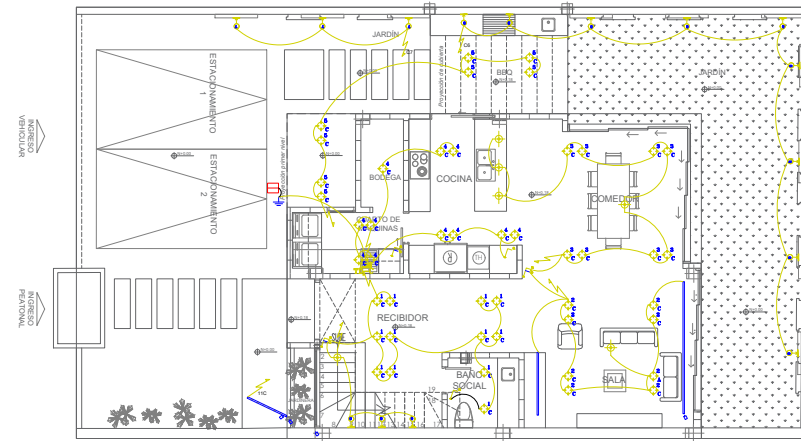
SIMBOLOGIA HIDRÁULICA	
	Tubería PVC agua fría Ø 1/2"
	Tubería PVC agua caliente Ø 1/2"
	Grifo colocado a. Fria
	Grifo colocado a. Caliente
	Medidor de agua
	Llave de paso
	Calefón
	Codo PVC
	Te PVC

PLANTA ALTA

ESCALA _____ 1:100

Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Instalaciones electricas tradicional planta baja



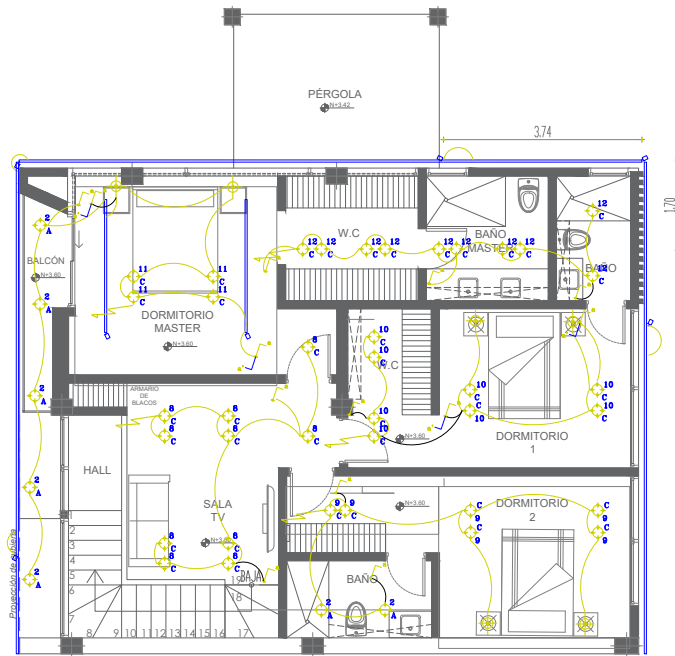
SIMBOLOGÍA SISTEMA ELÉCTRICO ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Tablero de distribución eléctrico
	Tablero Armario de Medidores
	Red de puesta a tierra
	Salida para iluminación eléctrica 110v / 100w
	Interruptor simple de control de alumbrado
	Interruptor doble de control de alumbrado
	Interruptor simple conmutador de control de alumbrado
	Puesta a tierra
	Iluminador de piso led 0.5w
	Circuito Iluminación - 4 # 12(14) Ø 3/4"
	Circuito de Iluminación - 2 # 12(14) Ø 1/2"
	Reflector
	Aplicques de pared
	Cinta LED
	Lámpara colgante
	Tablero Armario de Medidores
	Cinta LED en piso

PLANTA BAJA

ESCALA _____ 1:100

Fuente: Elaboracion propia

Figura 28. Instalaciones electricas tradicional planta alta



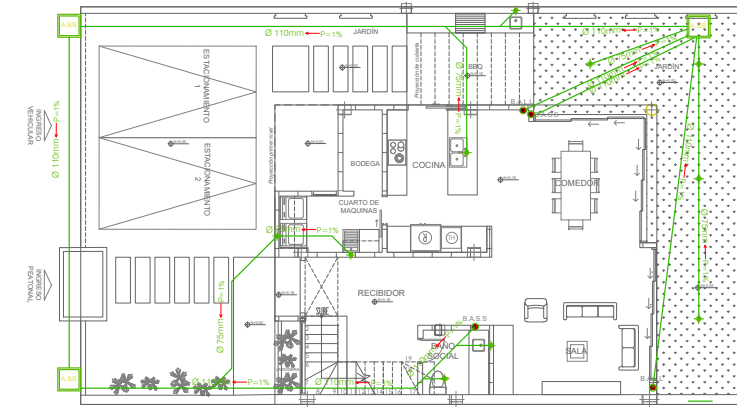
SIMBOLOGÍA SISTEMA ELÉCTRICO ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Tablero de distribución eléctrico
	Tablero Armario de Medidores
	Malla de puesta a tierra
	Apliche pared 110v / 100w
	Salida para iluminación eléctrica 110v / 100w
	Interruptor simple de control de alumbrado
	Interruptor doble de control de alumbrado
	Interruptor simple conmutador de control de alumbrado
	Puesta a tierra
	Iluminador de piso led 0,5w
	Circuito Iluminación - 4 # 12(14) Ø 3/4"
	Circuito de Iluminación - 2 # 12(14) Ø 1/2"
	Reflector
	Apliches de pared
	Cinta LED
	Lámpara colgante
	Tablero Armario de Medidores
	Cinta LED en pisos

PLANTA ALTA

ESCALA _____ 1:100

Fuente: Elaboracion propia

Figura 29. Instalaciones sanitarias tradicional planta baja



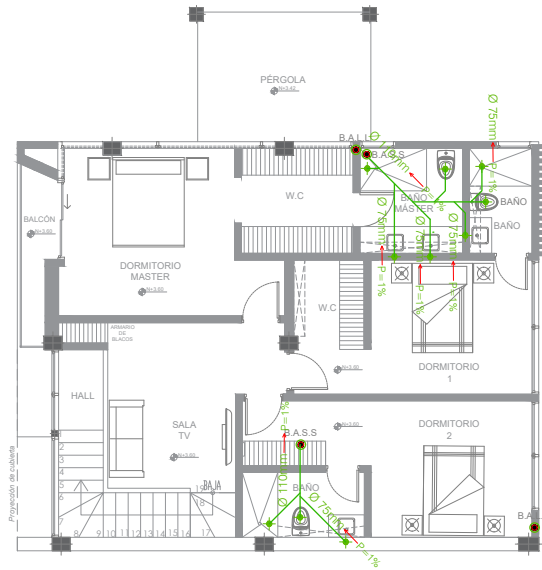
SIMBOLOGIA SANITARIA	
	Tuberia PVC Ø 110 mm
	Tuberia PVC Ø 75 mm
	Tuberia PVC Ø 50 mm
	Bajantes de aguas servidas
	Bajantes de aguas lluvias
	Desagües
	Sifón
	Cajas de revisión A.LL
	Cajas de revisión A.SS

PLANTA BAJA

ESCALA _____ 1:100

Fuente: Elaboracion propia

Figura 30. Instalaciones sanitarias tradicional planta alta



PLANTA ALTA

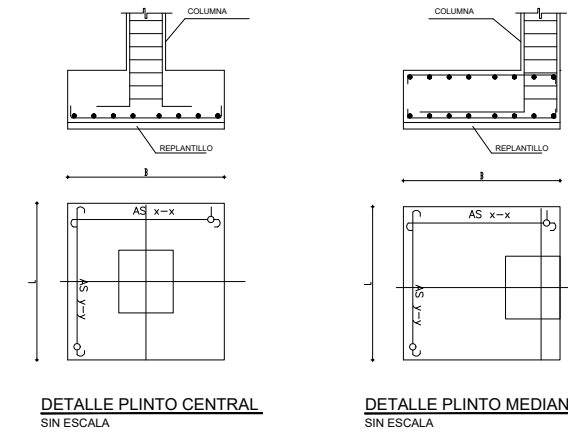
ESCALA 1:100

Fuente: Elaboracion propia

SIMBOLOGIA SANITARIA	
	Tuberia PVC Ø 110 mm
	Tuberia PVC Ø 75 mm
	Tuberia PVC Ø 50 mm
	Bajantes de aguas servidas
	Bajantes de aguas lluvias
	Desagües
	Sifón
	Cajas de revisión A.L.L.
	Cajas de revisión A.S.S.

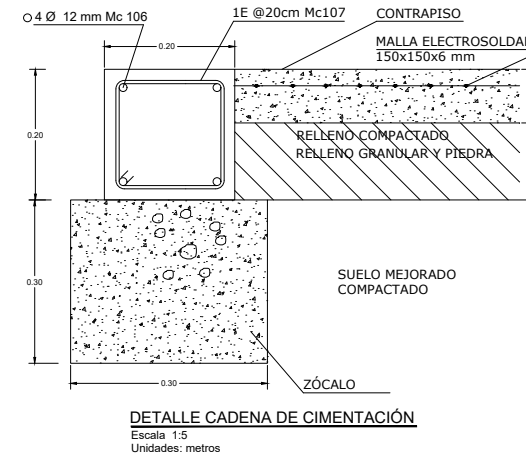
Detalles constructivos

Figura 31. Plintos



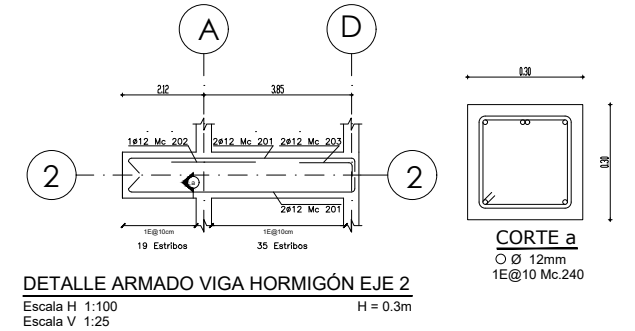
Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Contrapiso



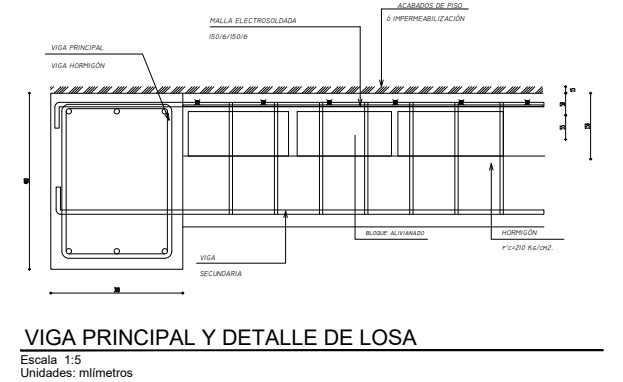
Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Viga tipo tradicional



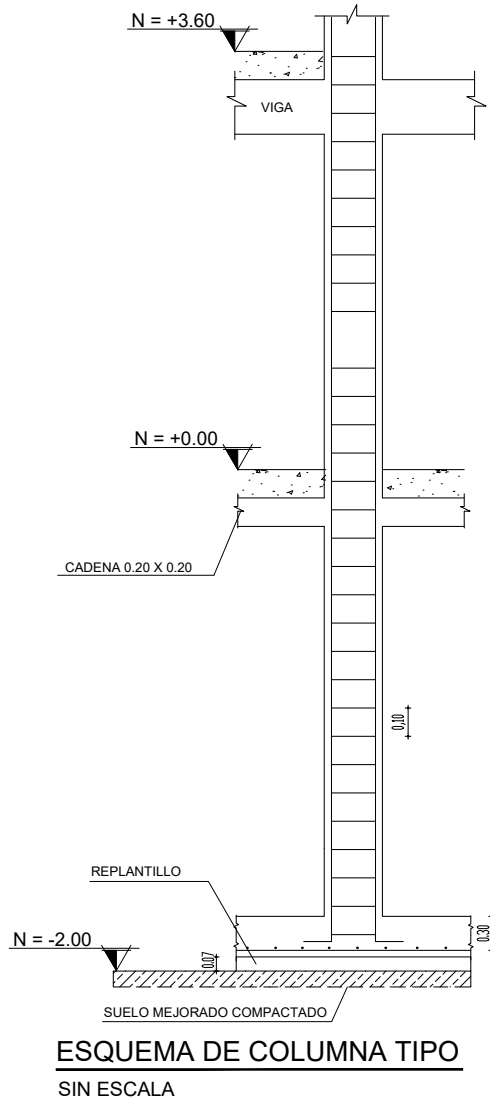
Fuente: Elaboracion propia

Figura 34. Detalle de losa tradicional



Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Columna tipo tradicional



Fuente: Elaboración propia

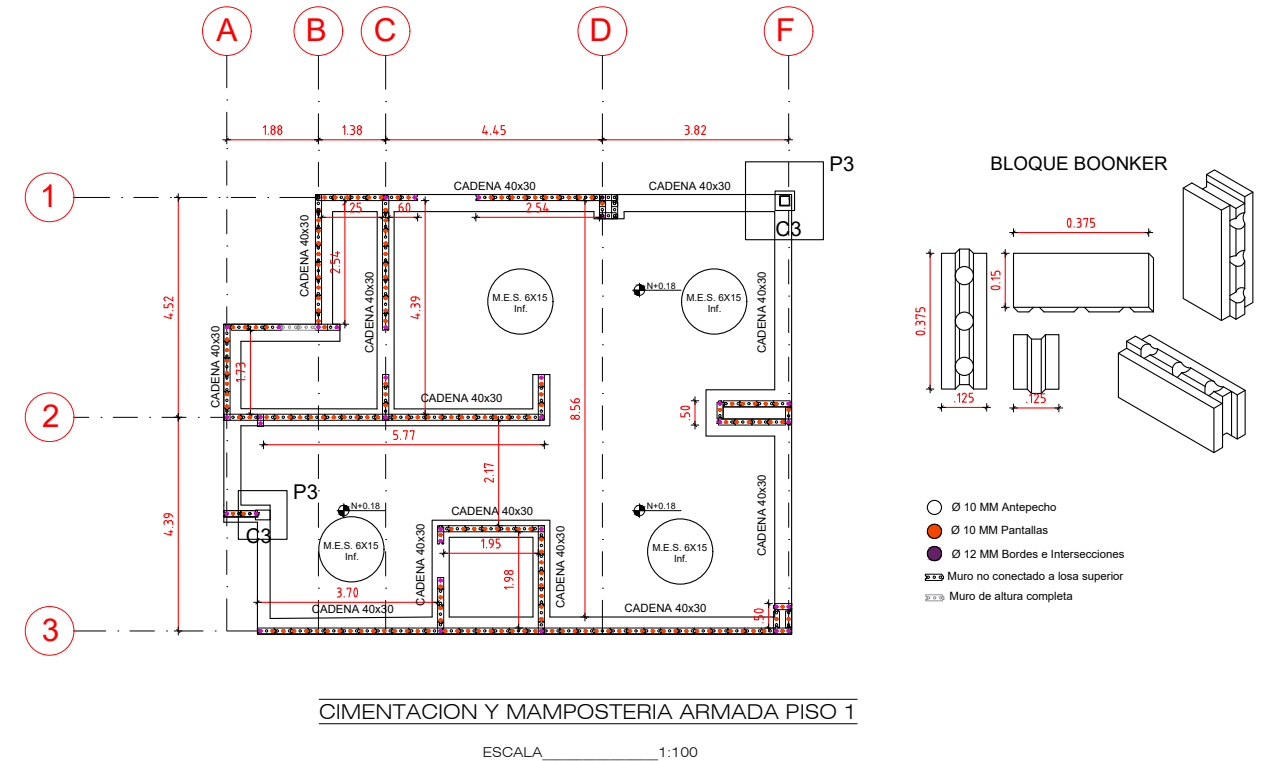
3.5 Sistema boonker

El presente informe técnico tiene como objetivo desarrollar la implementación del sistema Boonker, de acuerdo con la propuesta de proyecto presentada anteriormente. Este sistema se compone de una base estructural conformada por una losa de cimentación armada de tipo maciza, diseñada para garantizar una distribución uniforme de cargas hacia el terreno. Sobre esta losa se ensamblan los muros portantes modulares de concreto UHPC, los cuales conforman el sistema estructural del proyecto.

Además de resistir las cargas verticales, esta losa cumple una función fundamental de anclaje del sistema al terreno, proporcionando estabilidad frente a acciones sísmicas y desplazamientos laterales. Su correcta ejecución es esencial para asegurar el comportamiento monolítico y eficiente del sistema constructivo Boonker.

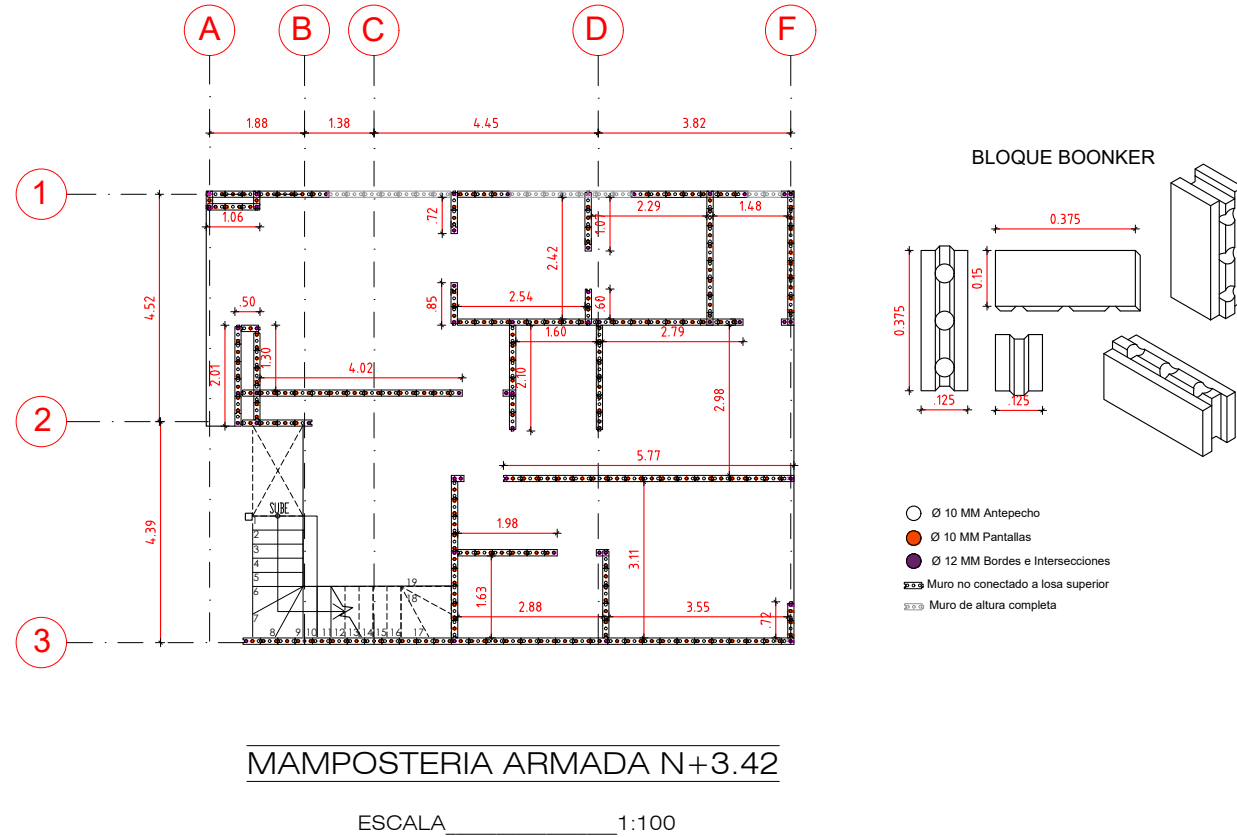
La precisión en la nivelación, alineación y colocación de insertos es fundamental, ya que el sistema Boonker requiere una base plana y estable para permitir el ensamblaje preciso de los bloques estructurales. Además, esta losa puede incorporar las canalizaciones iniciales para redes sanitarias y eléctricas, optimizando el proceso constructivo y facilitando su integración con el sistema modular.

Figura 36. Planta baja boonker



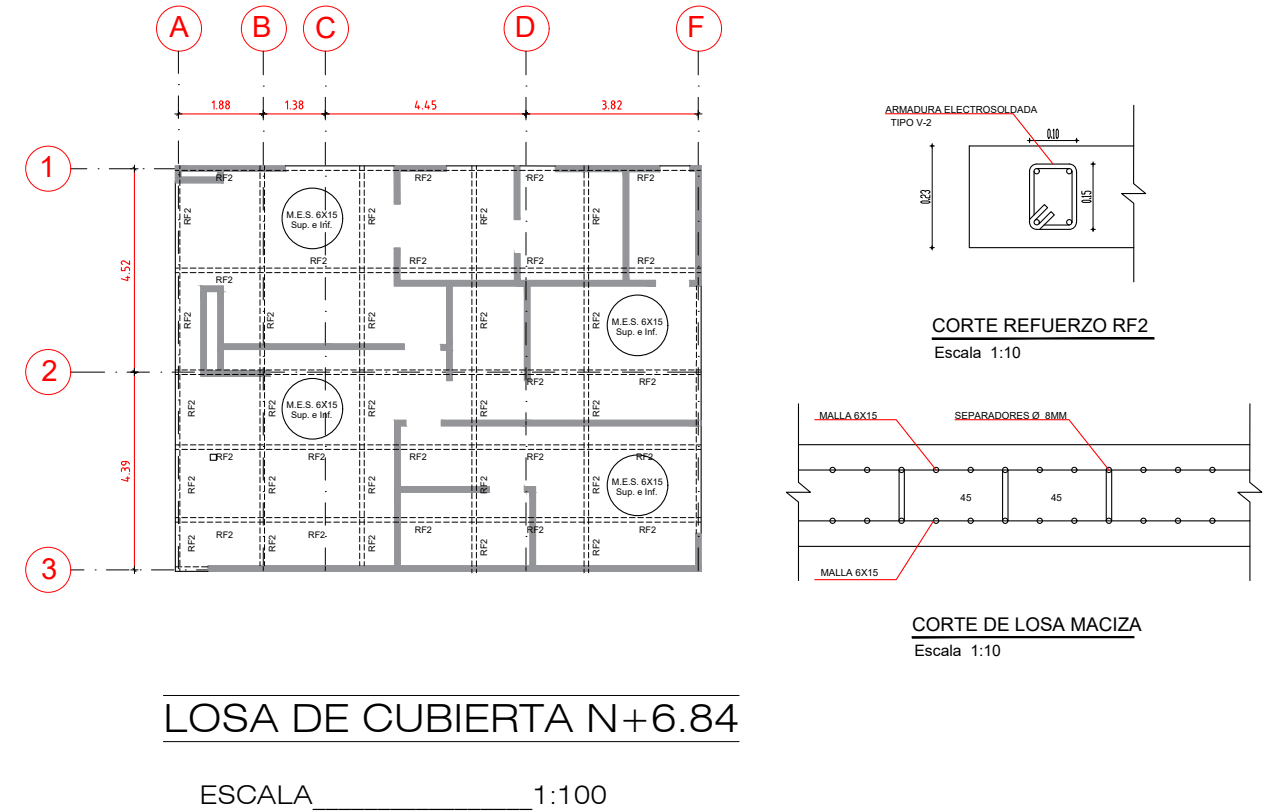
Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Planta alta boonker



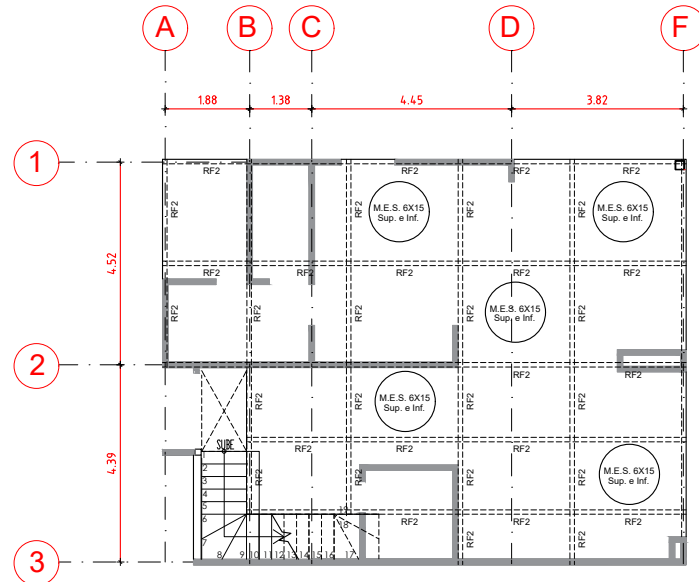
Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Planta cubierta boonker



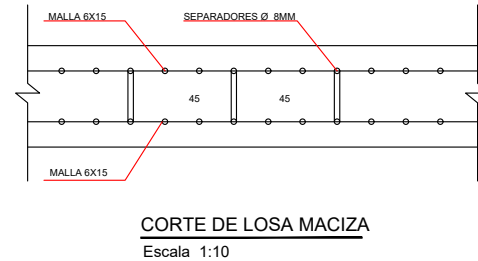
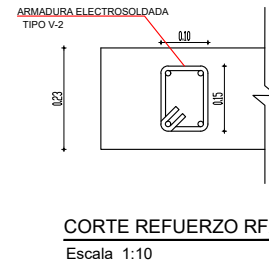
Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Planta de cubierta



LOSA N+3.42

ESCALA 1:100



El plano de cimentación del sistema Boonker está conformado por una red de cadenas perimetrales, ubicadas estratégicamente bajo los muros portantes, cuya función principal es permitir el anclaje del acero de refuerzo vertical. Estas barras de acero se introducen a través de los ductos cilíndricos incorporados en los bloques modulares del sistema Boonker.

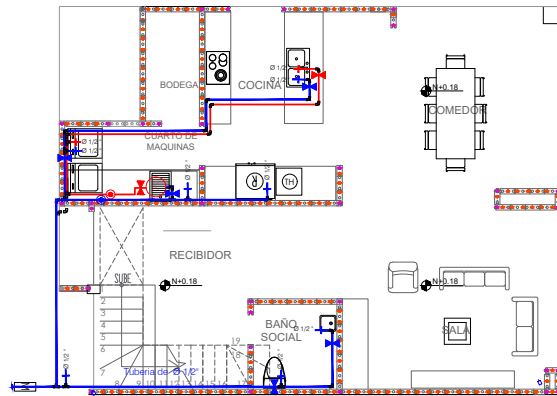
Los bloques Boonker presentan un diseño modular con dimensiones estandarizadas de 12.5 × 37.5 × 15 cm, 12.5 × 25 × 15 cm y 12.5 × 12.5 × 15 cm, lo que permite un armado eficiente y un trabado preciso de la mampostería estructural. Durante el proceso de montaje, cada bloque se asienta con precisión sobre la base, y la estructura se va consolidando progresivamente mediante el vertido de grout estructural en los ductos verticales.

Este grout, al ser de consistencia fluida y autonivelante, rellena completamente los espacios, garantiza el anclaje del refuerzo, y fusiona los bloques entre sí, permitiendo que la mampostería trabaje como una unidad estructural monolítica. Este sistema optimiza tanto la resistencia como la estabilidad de la edificación, ofreciendo un desempeño superior frente a cargas verticales y laterales.

Fuente: Elaboración propia

Instalaciones

Figura 40. Instalaciones hidraulicas bunker planta baja



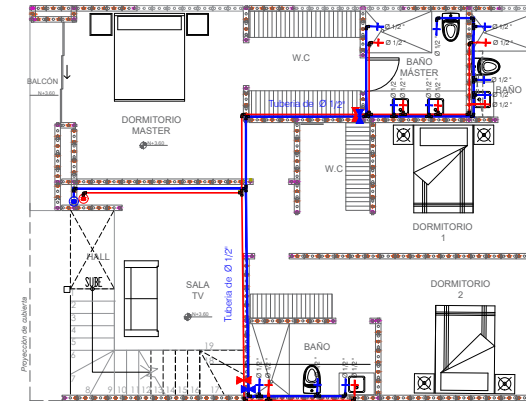
CIMENTACION Y MAMPOSTERIA ARMADA PISO 1

ESCALA _____ 1:100

SIMBOLOGIA HIDRÁULICA	
	Tuberia PVC agua fría Ø 1/2"
	Tuberia PVC agua caliente Ø 1/2"
	Grifo colocado a. Fria
	Grifo colocado a. Caliente
	Medidor de agua
	Llave de paso
	Calefón
	Codo PVC
	Te PVC

Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Instalaciones hidraulicas bunker planta alta



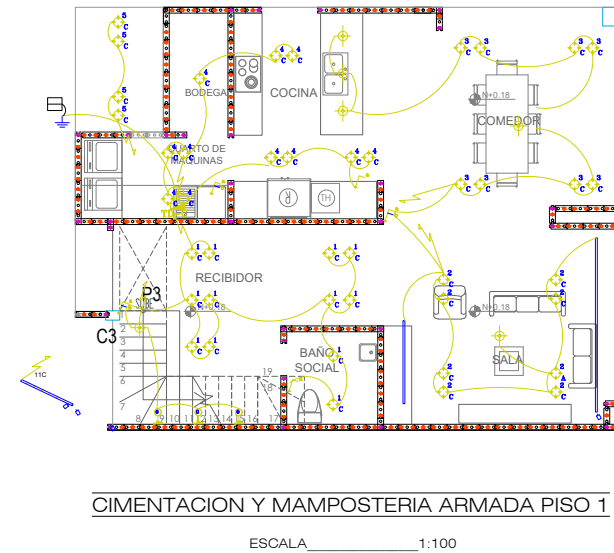
MAMPOSTERIA ARMADA N+3.42

ESCALA _____ 1:100

SIMBOLOGIA HIDRÁULICA	
	Tuberia PVC agua fría Ø 1/2"
	Tuberia PVC agua caliente Ø 1/2"
	Grifo colocado a. Fria
	Grifo colocado a. Caliente
	Medidor de agua
	Llave de paso
	Calefón
	Codo PVC
	Te PVC

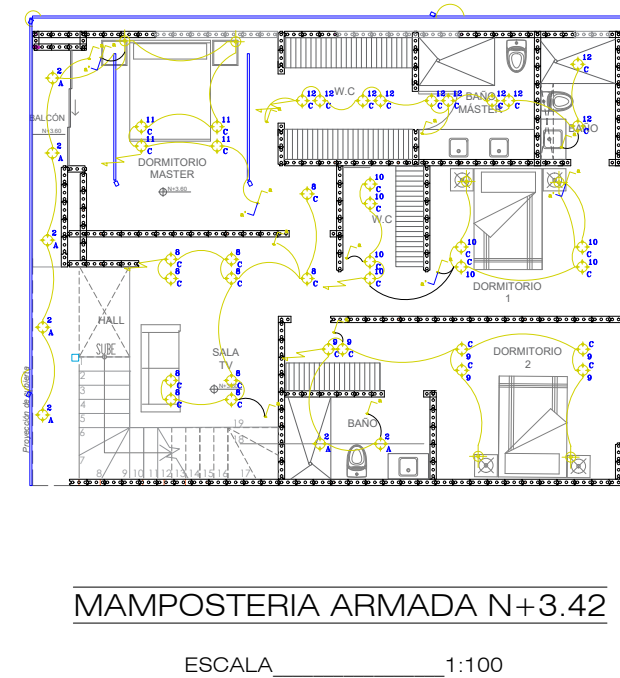
Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Instalaciones eléctricas bunker planta baja



SIMBOLOGÍA SISTEMA ELÉCTRICO ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Tablero de distribución eléctrico
	Tablero Armario de Medidores
	Malla de puesta a tierra
	Aplicque pared 110v / 100w
	Salida para iluminación eléctrica 110v / 100w
	Interruptor simple de control de alumbrado
	Interruptor doble de control de alumbrado
	Interruptor simple conmutador de control de alumbrado
	Puesta a tierra
	Iluminador de piso led 0,5w
	Circuito Iluminación - 4 # 12(14) Ø 3/4"
	Circuito de Iluminación - 2 # 12(14) Ø 1/2"
	Reflector
	Aplicques de pared
	Cinta LED
	Lámpara colgante
	Tablero Armario de Medidores
	Cinta LED en pisos

Figura 43. Instalaciones eléctricas bunker planta alta

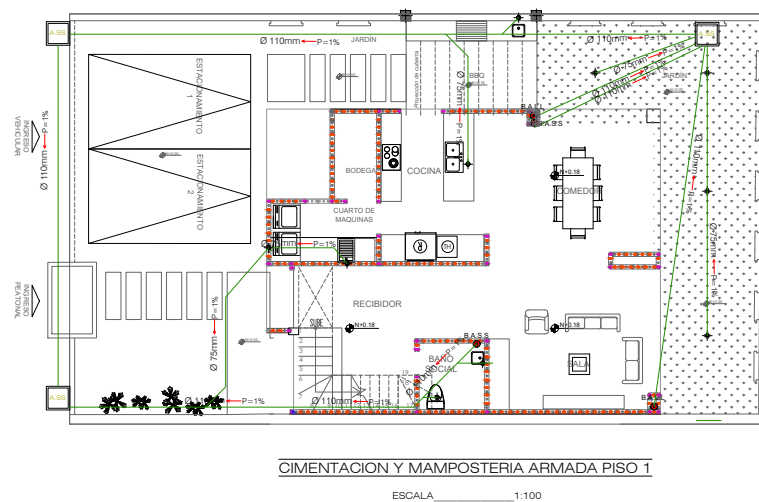


SIMBOLOGÍA SISTEMA ELÉCTRICO ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Tablero de distribución eléctrico
	Tablero Armario de Medidores
	Malla de puesta a tierra
	Aplicque pared 110v / 100w
	Salida para iluminación eléctrica 110v / 100w
	Interruptor simple de control de alumbrado
	Interruptor doble de control de alumbrado
	Interruptor simple conmutador de control de alumbrado
	Puesta a tierra
	Iluminador de piso led 0,5w
	Circuito Iluminación - 4 # 12(14) Ø 3/4"
	Circuito de Iluminación - 2 # 12(14) Ø 1/2"
	Reflector
	Aplicques de pared
	Cinta LED
	Lámpara colgante
	Tablero Armario de Medidores
	Cinta LED en pisos

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

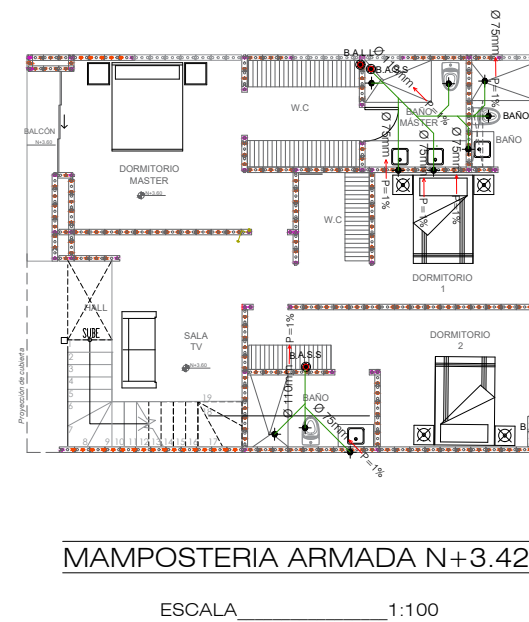
Figura 44. Instalaciones sanitarias bunker planta baja



SIMBOLOGIA SANITARIA	
	Tuberia PVC Ø 110 mm
	Tuberia PVC Ø 75 mm
	Tuberia PVC Ø 50 mm
	Bajantes de aguas servidas
	Bajantes de aguas lluvias
	Desagües
	Cajas de revisión A.LL
	Cajas de revisión A.SS

Fuente: Elaboración propia

Figura 45. Instalaciones sanitarias bunker planta alta

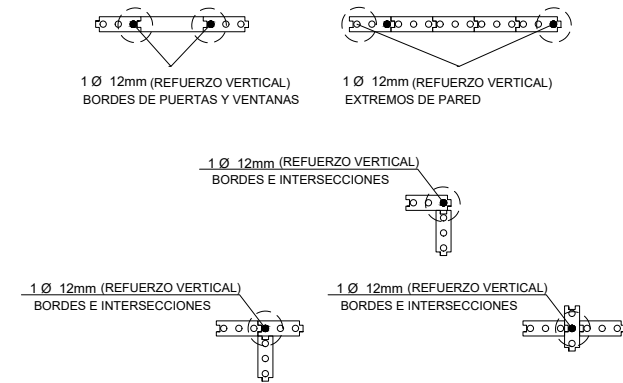


SIMBOLOGIA SANITARIA	
	Tuberia PVC Ø 110 mm
	Tuberia PVC Ø 75 mm
	Tuberia PVC Ø 50 mm
	Bajantes de aguas servidas
	Bajantes de aguas lluvias
	Desagües
	Cajas de revisión A.LL
	Cajas de revisión A.SS

Fuente: Elaboración propia

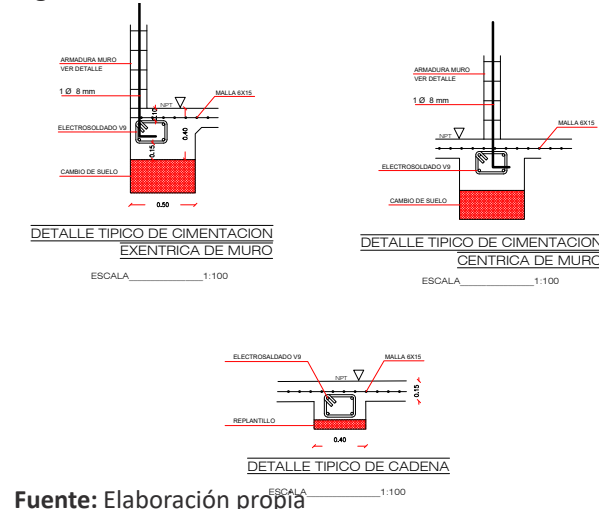
Detalles Constructivos

Figura 46. Traslapes boonker



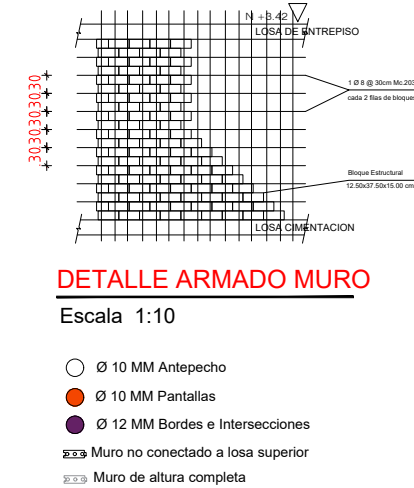
Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Detalle cadena boonker



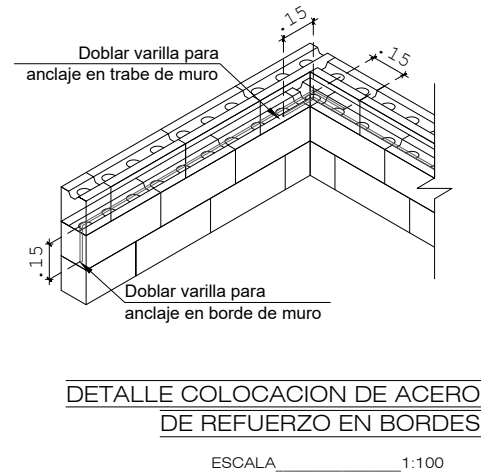
Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Armado mampostería



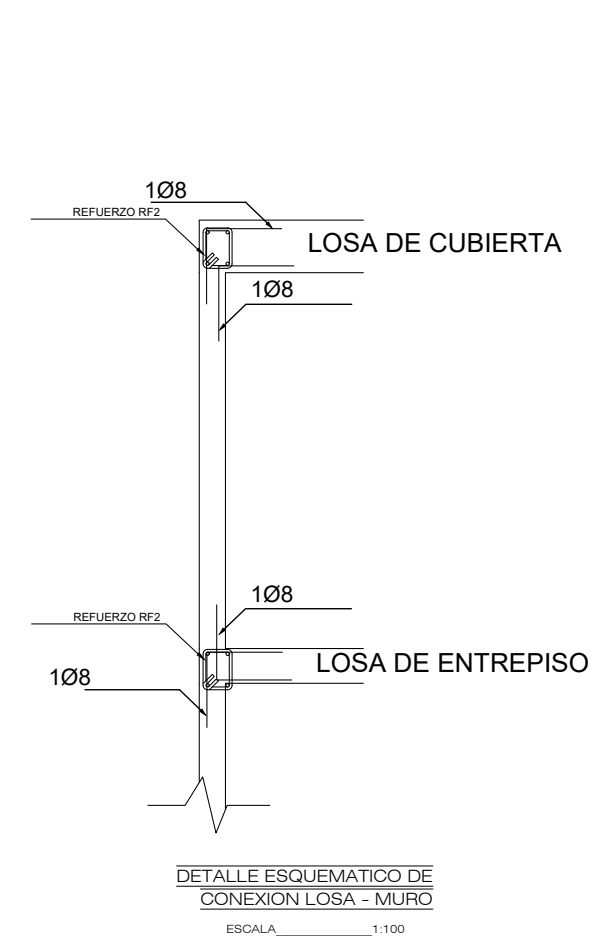
Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Detalle acero horizontal



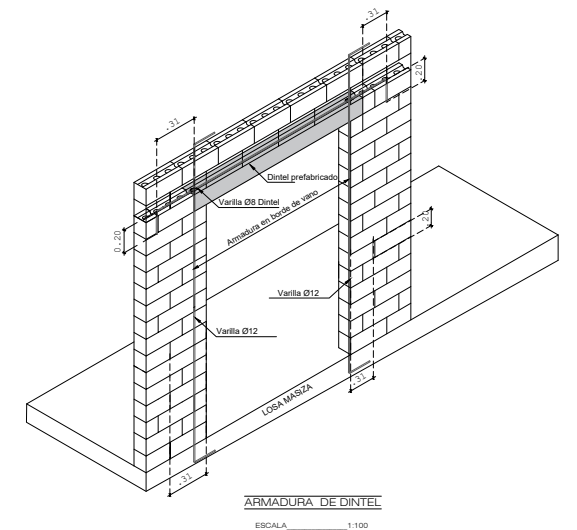
Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Detalle acero horizontal



Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Detalle dintel bunker



Fuente: Elaboración propia

3.6 Presupuesto

El presente presupuesto corresponde a la ejecución de la obra gris para el proyecto de vivienda unifamiliar de Quito con un área de 320.52m², esta etapa comprende todos los trabajos necesarios para conformar la estructura y la envolvente cimentaciones, estructuras, muros, entresijos, techos, instalaciones básicas y acabados preliminares, sin incluir acabados finales ni equipamiento. El objetivo de este presupuesto es presentar una estimación detallada y transparente de los costos asociados a la construcción en obra gris tanto en el sistema tradicional y sistema bunker, considerando materiales, mano de obra, maquinaria, supervisión y gastos indirectos, con base en los planos y especificaciones técnicas proporcionadas.

Tabla 12. Presupuesto general

PRESUPUESTO REFERENCIAL									
PROYECTO RESIDENCIAL PROPUESTA									
ELABORADO POR: ADRIAN SIMBAÑA									
FECHA: JULIO 2025									
QUITO-ECUADOR									
COD	RUBRO/DESCRIPCIÓN	SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL				SISTEMA CONSTRUCTIVO BOONKER			
		UNIDAD	CANT	PRECIO U.	TOTAL	UNIDAD	CANT	PRECIO U.	TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES				\$ 884,56				\$ 884,56
108	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	240,47	0,91	218,83	m2	240,47	0,91	218,83
109	ESTRUCTURA DE MADERA PARA CASETA DE GUARDIANA, BODEGA, OFICINA, INCLUYE CUBIERTA DE ZINC - INCLUYE PUNTOS DE LUZ E INODOROS	m2	15,00	40,25	603,75	m2	15,00	40,25	603,75
106	LETRERO DE TOL DE INICIO DE OBRA INC. INSTALACIÓN	u	1,00	61,98	61,98	u	1,00	61,98	61,98
MOVIMIENTO DE TIERRAS									
2	EXCAVACIONES				\$ 1.148,95				\$ 642,48
208	EXCAVACIÓN MANUAL EN CIMENTOS Y PLINTOS	m3	52,87	19,63	1037,86	m3	28,90	19,63	567,31
208	EXCAVACIÓN MANUAL EN CADENAS	m3	3,26	19,63	64,00	m3	2,26	19,63	44,36
209	EXCAVACIÓN MANUAL MATERIAL SIN CLASIFICAR 2-4 m.	m3	2,89	16,30	47,09	m3	1,89	16,30	30,81
3	RELLENOS Y TRANSPORTE				\$ 1.703,48				\$ 703,40
300	RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL 50/50 SUB-BASE CLASE 3	m3	75,14	16,29	1224,06	m3	32,65	16,29	531,87
303	SOBREACARREO A MANO DISTANCIA=100 M	m3	35,36	13,56	479,43	m3	12,65	13,56	171,53
4	DESALOJOS				\$ 339,51				\$ 169,11
406	DESALOJO A MAQUINA	m3	64,60	5,26	339,51	m3	32,15	5,26	169,11
ESTRUCTURA									
5	CIMENTACION, CADENAS, VIGAS				\$ 14.739,38				\$ -
505	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 CIMENTACION	kg	505,68	1,66	839,43	kg	0,00	0,00	0,00
506	HORMIGÓN Fc 210 kg/cm2-0.75mm-28d CIMENTACION	m3	5,85	184,26	1077,93	m3	0,00	0,00	0,00
507	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 en cadenas	kg	1465,36	1,70	2491,11	kg	0,00	0,00	0,00
508	HORMIGÓN Fc 210 kg/cm2-0.75mm-28d en cadenas	m3	7,65	184,26	1409,61	m3	0,00	0,00	0,00
512	HORMIGÓN Fc 210 kg/cm2-0.75mm-28d VIGAS	m3	6,16	184,26	1135,06	m3	0,00	0,00	0,00
513	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 VIGAS	kg	1654,35	1,70	2812,40	kg	0,00	0,00	0,00
514	HORMIGÓN Fc 210 kg/cm2-0.75mm-28d COLUMNAS	m3	9,79	184,26	1803,93	m3	0,00	0,00	0,00
515	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 COLUMNAS	kg	1864,65	1,70	3169,91	kg	0,00	0,00	0,00
BOONKER \$ 68.189,11									
601	LOSA DE CIMENTACION HA.	m3	0,00	0,00	0,00	m3	16,03	375,69	6022,31
602	PAREDES BOONKER	m2	0,00	0,00	0,00	m2	718,64	33,65	24182,24
603	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 PAREDES	kg	0,00	0,00	0,00	kg	3654,35	1,70	6212,40
604	ENLUCIDO BOONKER	m2	0,00	0,00	0,00	m2	1181,14	13,84	16346,98
604	LOSA DE ENTREPISO HA	m3	0,00	0,00	0,00	m3	18,84	375,69	7078,00
605	ENCOFRADO CON TABLERO CONTRACHAPADO PARA LOSA	m2	0,00	0,00	0,00	m2	94,18	16,54	1557,74
605	LOSA DE CUBIERTA H.A.	m3	0,00	0,00	0,00	m3	16,03	375,69	6022,31
605	ENCOFRADO CON TABLERO CONTRACHAPADO PARA LOSA	m2	0,00	0,00	0,00	m2	106,84	16,54	1767,13
9	ENCOFRADOS				\$ 6.176,60				\$ 2.102,13
906	ENCOFRADO TABLA DE MONTE - CADENA COLUMNAS Y VIGAS 20x20 CM (ZUSO)	m2	254,60	24,26	6176,60	m2	86,65	24,26	2102,13
20	DETALLES Y MAMPOSTERÍAS				\$ 12.616,99				\$ -
1908	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO PESADO 40X20X15 CM MORTERO 1:3, E= 2,0 CM	m2	715,64	15,87	11355,56	m2	0,00	0,00	0,00
1916	PICADO Y RESANE EN PARED DE BLOQUE (SIN ENLUCIR) PARA INSTALACIONES	m2	135,65	4,88	661,43	m2	0,00	0,00	0,00
14	RECUBRIMIENTO EXTERIOR PAREDES				\$ 12.652,76				\$ -
1403	ENLUCIDO DE FAJAS 1:3 H=2.70M E=2CM	m	85,36	10,93	933,00	m	0,00	0,00	0,00
1405	ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR, PALETEADO FINO, MORTERO 1:4, E= 1,50 CM	m2	715,64	8,53	6105,30	m2	0,00	0,00	0,00
1406	ENLUCIDO VERTICAL LISO EXTERIOR, MORTERO 1:4 CON IMPERMEABILIZANTE	m2	465,50	11,40	5307,21	m2	0,00	0,00	0,00
1407	MEDIA CAÑA E= 10-15 MM	m	75,35	4,06	307,20	m	0,00	0,00	0,00
18	CONTRAPISO Y MASILLADOS				\$ 2.831,11				\$ -
1001	PLASTICO IMPERMEABILIZANTE EN CONTRAPISO	m2	106,84	0,83	88,68	m2	0,00	0,00	0,00
1003	MALLA ELECTROSOLDADA 15X15X5 EN CONTRAPISO	m2	106,84	4,03	430,57	m2	0,00	0,00	0,00
1004	HORMIGÓN Fc 210 kg/cm2-0.75mm-28d en contrapiso	m3	16,03	136,26	2183,65	m3	0,00	0,00	0,00
1005	ALISADO DE SUPERFICIE	m2	106,84	1,20	128,21	m2	0,00	0,00	0,00

11	LOSA ENTRE PISOS				\$ 13.711,36				\$ -
	ENCOFRADO CON TABLERO CONTRACHAPADO PARA LOSA	m2	94,18	16,54	1557,74	m2	0,00	0,00	0,00
	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	4144,8	1,7	7046,16	kg	0,00	0,00	0,00
1103	BLOQUE ALVIANADO DE 40X20X15CM	m2	94,18	16,74	1576,57	m2	0,00	0,00	0,00
1108	HORMIGÓN Fc 210 kg/cm2-0.75mm-28d en losas	m3	18,84	181,45	3417,81	m3	0,00	0,00	0,00
1109	ALISADO DE SUPERFICIE	m2	94,18	1,20	113,02	m2	0,00	0,00	0,00
12	CUBIERTAS				\$ 16.933,44				\$ -
	ENCOFRADO CON TABLERO CONTRACHAPADO PARA LOSA	m2	106,84	16,54	1767,13	m2	0,00	0,00	0,00
	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	4701,4	1,7	7992,38	kg	0,00	0,00	0,00
1207	BLOQUE ALVIANADO DE 40X20X15CM	m2	106,84	16,74	1786,50	m2	0,00	0,00	0,00
1212	HORMIGÓN Fc 210 kg/cm2-0.75mm-28d en terrazas	m3	21,37	181,45	3877,22	m3	0,00	0,00	0,00
1213	ALISADO DE SUPERFICIE	m2	106,84	1,20	128,21	m2	0,00	0,00	0,00
INSTALACIONES									
28	RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PRINCIPAL				\$ 62,51				\$ 62,51
3104	CAJA DE REVISIÓN 90°90°90 CM (HORMIGÓN, TAPA H.A.)	u	3,00	155,61	466,82	u	3,00	155,61	466,82
2801	TUBERÍA POLIETILENO 4" NARANJA CORRUGADO	m	15,64	6,12	95,69	m	15,64	6,12	95,69
25	INSTALACIONES ELÉCTRICAS, VOZ Y DATOS				\$ 4089,12				\$ 4089,12
2502	ACOMETIDA ELÉCTRICA PRINCIPAL	m	36,80	12,47	458,76	m	36,80	12,47	458,76
2503	PUNTO DE ILUMINACIÓN THHN 2X12 + 1X14 AWG MANGUERA DE POLIETILENO 1/2"	plo	64,00	35,26	2256,58	plo	64,00	35,26	2256,58
2506	PUNTO DE TOMACORRIENTE THHN 2X12 + 1X14 AWG MANGUERA DE POLIETILENO 1/2"	plo	12,00	41,15	493,76	plo	12,00	41,15	493,76
2507	PUNTO DE TOMACORRIENTE ESPECIAL 110V L=12 M. THWN 2"	plo	2,00	42,10	84,20	plo	2,00	42,10	84,20
2521	PUNTO ESPECIAL DE TOMACORRIENTE 220V	plo	1,00	55,14	55,14	plo	1,00	55,14	55,14
2523	PUNTO ESPECIAL DE TOMACORRIENTE INDEPENDIENTE 220	plo	1,00	96,60	96,60	plo	1,00	96,60	96,60
2512	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 30 PUNTOS	u	1,00	393,37	393,37	u	1,00	393,37	393,37
2508	CAJA DE DISTRIBUCIÓN / CENTRO DE CARGA 12 PUNTOS	u	1,00	72,62	72,62	u	1,00	72,62	72,62
2517	CAJAS DE PASO 20X20	plo	2,00	68,93	137,86	plo	2,00	68,93	137,86
2509	VARILLA COPPERWELD, INC. CONECTOR	u	1,00	40,24	40,24	u	1,00	40,24	40,24
31	INSTALACIONES SANITARIAS				\$ 3390,90				\$ 3390,90
3101	ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO PVC 110MM	m	6,40	34,33	219,70	m	6,40	34,33	219,70
3104	CAJA DE REVISIÓN 90°90°90 CM (HORMIGÓN, TAPA H.A.)	u	3,00	155,61	466,82	u	3,00	155,61	466,82
3108	SUMINISTRO E INSTALACION DE REJILLA DE PISO D=110 mm	u	5,00	34,64	173,19	u	5,00	34,64	173,19
3109	SUMINISTRO E INSTALACION DE REJILLA DE PISO D=75 mm	u	10,00	22,54	225,40	u	10,00	22,54	225,40
3111	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC D=160 mm DESAGUE (INCLUYE ACCESORIOS)	m	15,33	16,13	247,34	m	15,33	16,13	247,34
3112	PUNTO DE AGUA SERVIDA PVC 110mm	plo	8,00	55,02	440,13	plo	8,00	55,02	440,13
3113	PUNTO DE AGUA SERVIDA PVC 75mm	plo	10,00	37,31	373,08	plo	10,00	37,31	373,08
3122	TUBERIA PVC-D 110 MM (4")	m	54,60	13,82	754,74	m	54,60	13,82	754,74
3123	TUBERIA PVC-D 75 MM (3")	m	34,65	14,16	490,52	m	34,65	14,16	490,52
32	VENTILACIÓN PVC				\$ 381,80				\$ 381,80
3200	PUNTO DE VENTILACION - D 100 MM (4")	plo	2,00	28,38	56,75	plo	2,00	28,38	56,75
3203	PUNTO VENTILACIÓN - D 75 MM (3")	plo	4,00	22,70	90,80	plo	4,00	22,70	90,80
3205	TUBO VENTILACIÓN PVC 75 MM	m	16,35	10,48	171,30	m	16,35	10,48	171,30
3206	TUBO VENTILACIÓN PVC 110 MM	m	4,85	13,54	65,75	m	4,85	13,54	65,75
33	INSTALACIONES AGUA POTABLE				\$ 1413,10				\$ 1413,10
3305	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PP TERMOFUSION D=3/4" (25mm) INCLUYE ACCESORIOS Y SOPORTERIA	m	29,34	8,29	243,27	m	29,34	8,29	243,27
3310	PUNTO DE AGUA POTABLE D=1/2" (20mm) TERMOFUSION	plo	38,00	21,25	807,58	plo	38,00	21,25	807,58
3304	SUMINISTRO E INSTALACION LLAVE DE PASO ESFERICA D=1/2" (20 mm)	plo	11,00	27,37	301,07	plo	11,00	27,37	301,07
3307	SUMINISTRO E INSTALACION LLAVE DE PASO ESFERICA D=3/4" (25 mm) TERMOFUSION	u	2,00	30,59	61,18	u	2,00	30,59	61,18
<i>Este presupuesto no grava I.V.A según acuerdo con la contratante, y en caso de solicitarlo se lo agregará al presupuesto asignado</i>									
SUBTOTAL					\$ 91.595,51	SUBTOTAL		\$ 83.528,22	
INDIRECTOS 15%					\$ 13.739,33	INDIRECTOS 15%		\$ 12.529,23	
IVA 15%					\$ 15.800,23	IVA 15%		\$ 14.408,62	
TOTAL					\$ 121.135,06	TOTAL		\$ 110.466,07	

Fuente: Elaboración propia

3.6.1. Tiempo

El presente documento tiene como objetivo describir los tiempos estimados de ejecución para la obra gris, diferenciando entre dos sistemas constructivos: el sistema tradicional y el sistema Bunker. La correcta planificación de los tiempos es esencial para asegurar la eficiencia, calidad y cumplimiento de los plazos en el desarrollo del proyecto.

Tabla 13. Tiempo de ejecución tradicional

Id	Nombre de tarea	Costo	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
0	diagrama de grant	\$91.595,...	195 días	mié 20/8	mar 19/	
1	1 inicio	\$0,00	0 días	mié 20/8	mié 20/8	
2	2 OBRAS PRELIMINARES	\$884,56	3 días	mié 20/8	vie 22/8, 1	
3	2.1 REPLANTEO Y NIVELACIÓN	\$218,83	1 día	vie 22/8	vie 22/8, 4	
4	2.2 ESTRUCTURA DE MADERA PARA CASETA DE GUARDIANA, BODEGA, OFICINA, INCLUYE CUBIERTA DE ZINC - INCLUYE PUNTOS DE LUZ E INODORO	\$603,75	2 días	mié 20/8	jue 21/8	1CC
5	2.3 LETRERO DE TOL DE INICIO DE OBRA INC. INSTALACION	\$61,98	1 día	mié 20/8	mié 20/8	4CC
6	3 MOVIMIENTO DE TIERRAS	\$3.191,94	19 días	lun 25/8	jue 18/9	
7	3.1 EXCAVACIONES	\$1.148,95	10 días	lun 25/8	vie 5/9	
8	3.1.1 EXCAVACION MANUAL EN CIMENTOS Y PLINTOS	\$1.037,66	2 días	lun 25/8	mar 26/8	3
9	3.1.2 EXCAVACION MANUAL EN CADETES	\$84,00	4 días	mar 29/8	vie 5/9	19
10	3.1.3 EXCAVACION MANUAL MATERIAL SIN CLASIFICAR 2-4 m.	\$47,09	1 día	mié 27/8	mié 27/8	8
11	3.2 RELLENOS Y TRANSPORTE	\$1.703,48	9 días	lun 8/9	jue 18/9	
12	3.2.1 RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL 50/50 SUB-BASE CLASE 3	\$1.224,05	3 días	mar 16/9	jue 18/9	21
13	3.2.2 SOBRECARRIO A MANO DISTANCIA=100 M	\$479,43	1 día	lun 8/9	lun 8/9	10,9,8
14	3.3 DESALOJOS	\$339,51	1 día	mar 9/9	mar 9/9	
15	3.3.1 DESALOJO A MAQUINA	\$339,51	1 día	mar 9/9	mar 9/9	13
16	4 ESTRUCTURA	\$77.681,58	190 días	mié 27/8	mar 19/1	
17	4.1 CIMENTACION, CADENAS, VIGAS	\$14.739,38	81 días	mié 27/8	mié 17/1	
18	4.1.1 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 CIMENTACION	\$839,43	3 días	mié 27/8	vie 29/8	8
19	4.1.2 HORMIGÓN Fc 210 kg/cm2-0.75mm-28d CIMENTACION	\$1.077,93	1 día	lun 1/9	lun 1/9	18
20	4.1.3 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 en cadenas	\$2.491,11	5 días	lun 8/9	vie 12/9	9
21	4.1.4 HORMIGÓN Fc 210 kg/cm2-0.75mm-28d en cadenas	\$1.409,61	1 día	lun 15/9	lun 15/9	20
22	4.1.5 HORMIGÓN Fc 210 kg/cm2-0.75mm-28d VIGAS	\$1.135,06	10 días	jue 30/10	mié 12/11	27CC+15 días
23	4.1.6 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 VIGAS	\$2.812,40	5 días	jue 16/10	mié 22/10	27CC+5 días
24	4.1.7 HORMIGÓN Fc 210 kg/cm2-0.75mm-28d COLUMNAS	\$1.803,93	20 días	jue 20/11	mié 17/12	27
25	4.1.8 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 COLUMNAS	\$3.169,91	10 días	jue 25/9	mié 8/10	40
26	4.2 ENCOFRADOS	\$6.176,60	30 días	jue 9/10	mié 19/1	
27	4.2.1 ENCOFRADO TABLA DE MONTE - CADENA- COLUMNAS Y VIGAS 20x20 CM (ZUSO)	\$6.176,60	30 días	jue 9/10	mié 19/1	25
28	4.3 DETALLES Y MAMPOSTERIAS	\$12.016,99	55 días	jue 22/11	mié 8/4	
29	4.3.1 MAMPOSTERIA DE BLOQUE PRENSADO PESADO 40X20X15 CM MORTERO 1:6, E= 2.0 CM	\$11.355,56	40 días	jue 22/11	mié 18/3	46

Tabla 14. Tiempo de ejecución bunker

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Costo	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
0		DIAGRAMA DE GRANT BOONKER	\$83.528,22	137 días?	mié 20/8/25	jue 26/2/26	
1		Inicio	\$0,00	0 días	mié 20/8/25	mié 20/8/25	
2		OBRAS PRELIMINARES	\$884,56	2 días?	mié 20/8/25	jue 21/8/25	1
3		REPLANTEO Y NIVELACION	\$218,83	1 día?	jue 21/8/25	jue 21/8/25	4
4		ESTRUCTURA DE MADERA PARA CASETA DE GUARDIANA, BODEGA, OFICINA, INCLUYE CUBIERTA DE ZINC - INCLUYE PUNTOS DE LUZ E INODORO	\$603,75	1 día?	mié 20/8/25	mié 20/8/25	1CC
5		LETRERO DE TOL DE INICIO DE OBRA INC. INSTALACION	\$61,98	1 día?	mié 20/8/25	mié 20/8/25	4CC
6		MOVIMIENTO DE TIERRAS	\$1.514,99	16 días?	vie 22/8/25	vie 12/9/25	
7		EXCAVACIONES	\$642,48	13 días	vie 22/8/25	mar 9/9/25	
8		EXCAVACION MANUAL EN CIMENTOS Y PLINTOS	\$567,31	10 días	vie 22/8/25	mar 9/9/25	3
9		EXCAVACION MANUAL EN CADENAS	\$44,36	3 días	vie 5/9/25	mar 9/9/25	8
10		EXCAVACION MANUAL MATERIAL SIN CLASIFICAR 2-4 m.	\$30,81	3 días	vie 5/9/25	mar 9/9/25	8
11		RELLENOS Y TRANSPORTE	\$703,40	3 días	mié 10/9/25	vie 12/9/25	
12		RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL 50/50 SUB-BASE CLASE 3	\$531,87	3 días	mié 10/9/25	vie 12/9/25	10
13		SOBRECARRIO A MANO DISTANCIA=100 M	\$171,53	1 día	mié 10/9/25	mié 10/9/25	10
14		DESALOJOS	\$169,11	1 día?	jue 11/9/25	jue 11/9/25	
15		DESALOJO A MAQUINA	\$169,11	1 día?	jue 11/9/25	jue 11/9/25	13
16		BOONKER	\$69.189,11	120 días	jue 11/9/25	mié 25/2/26	
17		LOSA DE CIMENTACION	\$66.022,31	15 días	jue 11/9/25	mié 1/10/25	13
18		PAREDES BOONKER	\$24.182,24	55 días	jue 2/10/25	mié 17/12/25	17
19		ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 PARTES	\$6.212,40	10 días	jue 18/9/25	mié 1/10/25	17CC+5 días
20		ENLICIDO BOONKER	\$16.346,98	35 días	jue 8/1/26	mié 25/2/26	18;21;23
21		LOSA DE ENTREPISO HA	\$7.078,00	15 días	jue 18/12/25	mié 7/1/26	18
22		ENCOFRADO CON TABLERO CONTRACHAPADO PARA LOSA DE CUBIERTA H.A.	\$1.557,74	10 días	jue 2/10/25	mié 15/10/25	19
23		ENCOFRADO CON TABLERO CONTRACHAPADO PARA LOSA DE CUBIERTA H.A.	\$6.022,31	15 días	jue 18/12/25	mié 7/1/26	18
24		ENCOFRADO CON TABLERO CONTRACHAPADO PARA LOSA DE CUBIERTA H.A.	\$1.767,13	10 días	jue 18/12/25	mié 31/12/25	18
25		ENCOFRADOS	\$2.102,13	3 días	mié 10/9/25	vie 12/9/25	

Proyecto: DIAGRAMA DE GRANT
Fecha: vie 22/8/25

Tarea	Resumen del proyecto	Tarea manual	Resumen manual	Hito externo	Progreso manual
División	Tarea inactiva	solo duración	Informe de resumen manual	Resumen manual	Hito inactivo
Hito	Resumen inactivo	Resumen manual	Hito externo	Resumen manual	Resumen inactivo
Resumen	Resumen del proyecto	solo duración	Resumen manual	Resumen manual	Resumen inactivo
Resumen del proyecto	Tarea manual	solo el comienzo	Resumen manual	Resumen manual	Resumen inactivo
	Tarea inactiva	solo fin	Resumen manual	Resumen manual	Resumen inactivo
	Tarea inactiva	Tareas externas	Resumen manual	Resumen manual	Resumen inactivo
	Tarea inactiva	Tareas críticas	Resumen manual	Resumen manual	Resumen inactivo
	Tarea inactiva	División crítica	Resumen manual	Resumen manual	Resumen inactivo
	Tarea inactiva	Progreso	Resumen manual	Resumen manual	Resumen inactivo

Página 1

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

3.6.1.1. Sistema tradicional

El siguiente cuadro presenta los tiempos estimados de ejecución del sistema constructivo tradicional para las principales actividades que conforman la obra gris, con una duración total aproximada de 16 semanas. Cada capítulo refleja el tiempo requerido para su ejecución de acuerdo con la secuencia constructiva habitual.

Tabla 15. Resumen de diagrama de grant sistema tradicional

diagrama de grant	\$91.595,51	195 días	mié 20/8,	mar 19/5/26
1 Inicio	\$0,00	0 días	mié 20/8/2	mié 20/8/25
2 OBRAS PRELIMINARES	\$884,56	3 días	mié 20/8/	vie 22/8/25
3 MOVIMIENTO DE TIERRAS	\$3.191,94	19 días	lun 25/8/2	jue 18/9/25
4 ESTRUCTURA	\$77.681,58	190 días?	mié 27/8/	mar 19/5/26
5 INSTALACIONES	\$9.837,43	161 días	mar 2/9/2	mar 14/4/26
6 Fin	\$0,00	0 días	mar 19/5/;	mar 19/5/26

Fuente: Elaboración propia

3.6.1.2. Sistema Boonker

El siguiente cuadro presenta los tiempos estimados de ejecución del sistema constructivo Boonker. Las principales actividades que conforman la obra gris, con una duración total de 10 semanas. Cada capítulo refleja el tiempo requerido para su ejecución según el método industrializado y la secuencia optimizada propia de este sistema.

Tabla 16. Resumen de diagrama de grant sistema bunker

DIAGRAMA DE GRANT BOONKER	\$83.528,22	136 días?	mié 20/8/25	mié 25/2/26
1 Inicio	\$0,00	0 días	mié 20/8/25	mié 20/8/25
2 OBRAS PRELIMINARES	\$884,56	2 días?	mié 20/8/25	jue 21/8/25
3 MOVIMIENTO DE TIERRAS	\$1.514,99	16 días?	vie 22/8/25	vie 12/9/25
4 BOONKER	\$69.189,11	120 días	jue 11/9/25	mié 25/2/26
5 ENCOFRADOS	\$2.102,13	3 días	mié 10/9/25	vie 12/9/25
6 INSTALACIONES	\$9.837,43	75 días	jue 11/9/25	mié 24/12/25
7 FIN	\$0,00	0 días	mié 25/2/26	mié 25/2/26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Comparativa sistema tradicional vs sistema bunker

CUADRO COMPARATIVO POR M2 EN ETAPA DE OBRA GRIS			
	SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA BOONKER	AREA
PRESUPUESTO	\$ 121.135,06	\$ 110.466,07	320,52
COSTO M2	\$ 377,93	\$ 344,65	

Fuente: Elaboración propia

3.7 Conclusión

La aplicación del sistema constructivo Boonker en la etapa de obra gris representa una mejora sustancial en la eficiencia de los procesos constructivos. Al reducir el tiempo total de ejecución de 16 a aproximadamente 10 semanas, se logra no solo un avance más rápido de la estructura, sino también una optimización integral de recursos humanos, materiales y equipos. Esta disminución de plazos permite acortar el periodo de uso de maquinaria y alquileres, reducir gastos indirectos y minimizar la exposición a factores externos que pueden generar retrasos, como condiciones climáticas adversas o problemas logísticos.

Tabla 18. Cuadro de conclusiones

	Sistema tradicional	Sistema Bunker	Diferencia Principal
Materiales	Boque de hormigon	Bloques modulares de hormigón	Bunker optimiza el uso de acero estructural
Resistencia Estructura	Media, en sismo resistencia con estructura independiente.	Alta, en sismo resistencia con estructura monolitica y continua.	Bunker brinda mayor resistencia, rigidez y seguridad estructural.
Mano de obra	Calificada, conocimientos en albañilería convencional	Semi-calificada, capacitación en el sistema modular	Bunker requiere menos especialización
Tiempo de construcción	Lento, debido a procesos manuales	Rápido, por sistema de encastre tipo lego.	Bunker reduce significativamente el tiempo de obra
Costo	Variable, puede elevarse por la mano de obra y materiales.	Más económico por rapidez en ejecución.	Bunker es más eficiente en costos
Compatibilidad con instalaciones	Alta, permite integración fácil de sistemas eléctricos y sanitarios	Alta, aunque requiere planificación previa en el ensamblaje	Ambos permiten instalaciones, pero Bunker exige planificación

Fuente: Elaboración propia

3.8 Recomendaciones

3.8.1. Cimentación

- Verificar que las dimensiones y ubicación de las zapatas o losa de cimentación se ajusten exactamente a los planos estructurales del sistema Boonker.
- Colocar anclajes y elementos de fijación de los paneles en el hormigonado inicial para evitar perforaciones posteriores.
- Revisar nivelación y plomada antes del montaje de muros para garantizar alineación perfecta.

3.8.2. 2. Montaje de muros

- Planificar el orden de colocación para minimizar movimientos innecesarios de paneles.
- Asegurar uniones correctas entre paneles y juntas selladas para garantizar rigidez y evitar filtraciones.
- Supervisar el alineado y el aplomado con instrumentos de precisión antes del vertido de concreto.

3.8.3. Colado de concreto en muros

- Utilizar concreto con la resistencia y trabajabilidad especificada por el fabricante del sistema.
- Controlar la velocidad de llenado para evitar deformaciones y asegurar un vibrado uniforme.

- Mantener humedad controlada para un correcto curado, evitando fisuras.

3.8.4. Colocación de losas

- Revisar que los apoyos de losas estén perfectamente nivelados y alineados sobre los muros.
- Usar sistemas de apuntalamiento adecuados y en buen estado, retirándolos solo después del tiempo mínimo de fraguado indicado.

3.8.5. Integración de instalaciones

- Coordinar con el equipo de instalaciones la ubicación de ductos y tuberías antes del colado final.
- Evitar cortes no previstos en muros o losas, ya que comprometen la resistencia estructural.

3.8.6. Control de calidad y seguridad

- Realizar inspecciones en cada etapa para verificar tolerancias, resistencia y acabados.
- Capacitar al personal en manipulación segura de paneles y en protocolos de izaje.

4. Referentes Bibliográficos

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). Innovación en sistemas constructivos: prefabricación, eficiencia y sostenibilidad en América Latina. Recuperado de <https://publications.iadb.org>

Cano, R., Martínez, A., & Rojas, P. (2019). Innovación y eficiencia en sistemas constructivos modulares. *Revista de Ingeniería Civil*, 16(2), 45-59.

Cámara de la Construcción de Quito (CCQ). (2023). Informe Anual del Sector de la Construcción: costos, materiales y productividad. Recuperado de <https://www.ccq.ec>

Chávez, L., & Gutiérrez, M. (2020). Análisis de costos y sostenibilidad en sistemas constructivos tradicionales en Ecuador. Universidad Central del Ecuador.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). Panorama Social de América Latina 2020. Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones>

INEC. (2023). Boletín Técnico de Vivienda 2023. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (2021). Mapa de amenazas sísmicas del Ecuador. Recuperado de <https://www.igepn.edu.ec>

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022). Resultados del Censo de Población y Vivienda. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

MIDUVI – Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2023). Boletín de Estadísticas de Vivienda y Hábitat en Ecuador. Recuperado de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec>

MIDUVI. (2021). Reglamento Ecuatoriano de la Construcción (REC). Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2023). Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PMDOT) 2023-2027. Recuperado de <https://www.quito.gob.ec>

Norma Técnica Ecuatoriana – NEC-SE-DS. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción: Diseño Sismo Resistente. Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec>

Organización de las Naciones Unidas (ONU-Hábitat). (2022). Ciudades sostenibles: diagnóstico y lineamientos para América Latina. Recuperado de <https://unhabitat.org>

Sáenz, A. & Ruiz, M. (2019). Sistemas constructivos alternativos y su impacto en el déficit habitacional en Ecuador. *Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo*, Vol. 8(2), 55-68.[DOI o enlace según revista]

Velasco, P., & Molina, J. (2022). Percepción profesional sobre la construcción prefabricada en Ecuador: Una visión desde la academia y el mercado. *Revista Técnica de la Facultad de Arquitectura*, 8(1), 27-36.



Universidad
Indoamérica

Arquitectura
2025