

**Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra  
Vicerrectoría de Postgrado  
Facultad de Ciencias de la Ingeniería**



**Trabajo de Investigación Final para optar por el título de  
Máster en administración de la construcción**

**Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la  
construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.**

**Sustentante(s):**

Alejandra María Bueno (2009-0781)

José Vladimir Herrera (1014 -2046)

**Asesor de contenido:**

Braulio Martínez

**Asesor metodológico:**

Claudia Germoso

**Santiago, República Dominicana**

**Julio, 2022.**



**Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra**  
**Vicerrectoría Académica**  
**Facultad de ciencias de la ingeniería**

*Formulario de Cesión Derechos de Autor al Repositorio Institucional Investigare*

Este documento establece los derechos que usted otorga relacionados a la publicación de su trabajo académico, mediante su inclusión en el *repositorio del sistema de biblioteca de esta institución (PUCMM)*. No habrá ningún pago para usted por esta publicación y por el otorgamiento de los derechos de esta.

*Usted confirma que*

Este trabajo académico es original propio que no infringe los derechos de autor de otros; en caso de no ser un trabajo completamente original, declara que tiene los permisos necesarios por escrito de este otorgamiento por parte de demás autores.

El contenido de este trabajo académico no contiene ningún material que sea difamatorio, viole los derechos de privacidad, o revele la información confidencial.

Este trabajo académico no se ha publicado en parte o en su totalidad, y usted no publicara este trabajo académico en ningún otro lugar sin el consentimiento del repositorio institucional.

Este trabajo académico se ha conducido respetando los principios éticos establecidos por la institución.

Usted otorga los derechos de autor de este trabajo académico al repositorio institucional (PUCMM), a nivel mundial, de manera perpetua y sin pagos; y en la medida requerida por los términos de este acuerdo. Conservara en todo momento el derecho a ser reconocido como el autor del trabajo académico. Además, acepta que el repositorio de la PUCMM tiene el derecho de tratar este trabajo académico como se considere oportuno (por ejemplo, derecho a imprimir, publicar, comercializar, comunicar y distribuir en todos los medios, editar la forma del trabajo, registrar los derechos de autor, cumplir con la política editorial establecida por el repositorio, entre otros).

He leído, entiendo y acepto los términos anteriores.

*Nombre del Programa:* Administración de la construcción

*Título del Trabajo:* Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

*Nombre (s) y Apellidos:* Alejandra María Bueno    Jose Vladimir Herrera

*Matrículas:* (2009-0781)    (1014 -2046)

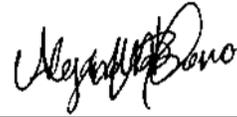
*Cedula de Identidad y Electoral:* (031-0539379-1)    (402-2006557-3)

*Fecha (día, mes, año):* 04/08/2022

*Firmas*     

“Declaro, en mi calidad de autor de esta obra que cedo de manera formal, gratuita, permanente y absoluta a la PUCMM todos los derechos patrimoniales, de forma no exclusiva, que ostento sobre mi creación, pudiendo expresamente la PUCMM explotarla a su mejor conveniencia, recibiendo si así fuere el caso, regalías por usos onerosos; que como autor exonero a la PUCMM de cualquier responsabilidad por reclamos en contra de lo creado y que autorizo a que la misma sea protegida mediante las vías que a tales fines establece la ley, indicando siempre mi calidad de autor”

Alejandra María Bueno (2009-0781)



Nombre, matrícula y firma

José Vladimir Herrera (1014 -2046)



Nombre, matrícula y firma

# Contenido

	Pág.
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>V</b>
<b>Lista de tablas.....</b>	<b>VI</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>VII</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1. Aspectos introductorios del estudio.....</b>	<b>9</b>
1.1    Introducción y antecedentes del estudio.....	9
1.2    Descripción del Problema .....	10
1.3    Preguntas de Investigación.....	11
1.4    Objetivos .....	11
1.4.1    Objetivo General .....	11
1.4.2    Objetivos Específicos.....	12
1.5    Justificación de la Investigación .....	12
1.6    Limitaciones y Delimitaciones de la Investigación.....	13
1.6.1    Limitaciones.....	13
1.6.2    Delimitaciones.....	14
<b>2. Revisión de la literatura e inicio del marco Teórico .....</b>	<b>15</b>
2.1    Concepto de industrialización .....	15
2.2    Evolución Histórica de la construcción prefabricada.....	15
2.3    Método de construcción del sistema prefabricado .....	21
2.3.1    Tipos de prefabricación.....	23
2.3.2    Tipo de edificaciones donde se usa la construcción prefabricada.....	24
2.4    La construcción modular prefabricada de viviendas en la ciudad de Santiago.....	27
2.5    Hipótesis de trabajo.....	30
<b>3. Metodología .....</b>	<b>31</b>
3.1    Enfoque y Alcance o Tipo de la Investigación.....	31
3.1.1    Tipo de diseño de investigación.....	32
3.2    Población y Muestra.....	32
3.3    Instrumentos de Recolección, Análisis y Medición de Datos .....	32
<b>4. Análisis de Resultados.....</b>	<b>35</b>
4.1    Descripción del proyecto a analizar .....	35
4.1.1    Planta Arquitectónica del proyecto .....	37
4.1.2    Elevaciones y secciones .....	38
4.1.3    Planta Estructural para la construcción en mampostería.....	41
4.1.4    Planta Estructural para la construcción en formaletas.....	43
4.1.5    Planta Estructural para la construcción en prefabricado .....	45
4.2    Presupuestos de obra .....	45
4.2.1    Presupuesto de obra realizada en mampostería.....	45
4.2.2    Presupuesto de obra realizada en formaletas.....	48
4.2.3    Presupuesto de obra realizada en prefabricado .....	51
4.3    Tiempos de ejecución de obra.....	54

4.3.1	Tiempos de ejecución de obra realizada en mampostería.....	54
4.3.2	Tiempos de ejecución de obra realizada en formaletas. ....	55
4.3.3	Tiempos de ejecución de obra realizada en prefabricado. ....	56
4.4	Análisis comparativo de métodos constructivos.....	57
4.4.1	Análisis comparativo técnico y cualitativo.....	57
4.4.2	Análisis comparativo Económico y de tiempos de entrega .....	60
4.4.3	Punto de equilibrio por método constructivo de viviendas.....	62
<b>5.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>63</b>
	<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>65</b>
	<b>Anexos.....</b>	<b>67</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 2-1:</b> Ballon Frames.....	16
<b>Figura 2-2:</b> Primera vivienda prefabricada ensamblable de Herbert Manning. ....	17
<b>Figura 2- 3:</b> Sears Roebuck Houses.....	17
<b>Figura 2- 4:</b> Edificio L«Unité d»Habitation, en Marsella, obra de Le Corbusier de 1952.18	18
<b>Figura 2- 5:</b> Vivienda tipo Lustron House.....	19
<b>Figura 2- 6:</b> Habitat 67.....	20
<b>Figura 2- 7:</b> Fábrica Sekisui Chemical. ....	21
<b>Figura 2- 8:</b> Realización de montaje de elementos prefabricados .....	22
<b>Figura 2-9:</b> Centro Médico Hershey.....	25
<b>Figura 2-10:</b> Charter Arts School. ....	25
<b>Figura 2-11:</b> Ubicación del proyecto residencial Los Maestros. ....	28
<b>Figura 2-12:</b> Vista general proyecto residencial Los Maestros. ....	28
<b>Figura 2-13:</b> Tipología #1 de apartamentos.....	29
<b>Figura 2-14:</b> Tipología #2 de apartamentos.....	30
<b>Figura 4-15:</b> Planta arquitectónica de vivienda unifamiliar. ....	37
<b>Figura 4-16:</b> Elevación frontal.....	38
<b>Figura 4-17:</b> Elevación posterior. ....	38
<b>Figura 4-18:</b> Elevación lateral izquierda. ....	39
<b>Figura 4-19:</b> Elevación lateral derecha.....	39
<b>Figura 4-20:</b> Sección transversal. ....	40
<b>Figura 4-21:</b> Sección longitudinal. ....	40
<b>Figura 4-22:</b> Planta Estructural platea fundación mampostería.....	41
<b>Figura 4-23:</b> Planta Estructural de techo mampostería.....	42
<b>Figura 4-24:</b> Planta estructural de platea (formaletas).....	43
<b>Figura 4-25:</b> Planta Estructural de techo (formaletas).....	44
<b>Figura 4-26:</b> Gráfico de comparación de costos por método de construcción. ....	60
<b>Figura 4-27:</b> Gráfico de comparación de tiempos de ejecución por método de construcción. ....	61

# Lista de tablas

	Pág.
<b>Tabla 4-1:</b> Cuadro de superficies vivienda unifamiliar. ....	36
<b>Tabla 4-2:</b> Presupuesto de obra realizada en mampostería.....	47
<b>Tabla 4-3:</b> Presupuesto de obra realizada en formaletas.....	48
<b>Tabla 4-4:</b> Presupuesto de obra realizada en prefabricado. ....	53
<b>Tabla 4-5:</b> Tiempos de ejecución construcción de vivienda unifamiliar en mampostería. ....	54
<b>Tabla 4-6:</b> Tiempos de ejecución construcción de vivienda unifamiliar en formaletas. ...	55
<b>Tabla 4-7:</b> Tiempos de ejecución construcción de vivienda unifamiliar en prefabricado. .	56
<b>Tabla 4-8:</b> Comparación de factores técnicos y cualitativos de métodos constructivos....	57
<b>Tabla 4-9:</b> Comparación de costos y tiempos de entrega. ....	60
<b>Tabla 4-10:</b> Punto de equilibrio por método.....	62

# Resumen

El déficit habitacional persistente desde hace décadas en la ciudad de Santiago, República Dominicana se ha incrementado exponencialmente en los últimos años debido al crecimiento poblacional y al flujo migratorio de los habitantes hacia los centros urbanos. La vivienda, en especial de carácter social, se ha convertido en una de las principales problemáticas para la sociedad. En el sector de la construcción se encuentra el reto de realizar proyectos habitacionales que cumplan con los estándares de calidad y que sean económicamente viables para el usuario. La presente investigación busca comparar y analizar la factibilidad de la aplicación de diversos métodos constructivos, como lo son la construcción prefabricada, como opciones viables en la construcción de viviendas que contribuyan a mitigar la creciente demanda habitacional de la ciudad.

# Abstract

The persistent housing crisis that has been plaguing the city of Santiago and the Dominican Republic for decades has been exponentially increasing over the years, especially due to the rapid population growth and their ongoing migration to bigger cities. This makes affordable housing one of the biggest unsolved problematics of our society. As part of the construction industry, we have come to face the challenge of developing housing projects that maintain good quality standards while also being affordable for the final client. Our aim in this investigation is to compare and analyze the use of different construction methods, as is prefabricated construction, to be considered as viable options to help decrease the current housing necessity of our city.

# **1. Aspectos introductorios del estudio**

## **1.1 Introducción y antecedentes del estudio**

Con el continuo crecimiento demográfico en el país crece la demanda habitacional la cual año tras año va en aumento tanto cuantitativa como cualitativamente debido a que la construcción tanto a nivel público como privado no llega a cubrir el déficit habitacional que se presenta en el país. Este déficit no solo se produce por conceptos de viviendas construidas sino también por la dificultad económica que tienen las personas para adquirirlas.

En el presente estudio se busca determinar mediante la comparación de métodos constructivos la factibilidad de aplicar en la ciudad de Santiago un método constructivo más industrializado, como lo es la construcción con prefabricados de concreto, que resulte más rentable y que pueda tener un impacto económico y cualitativo positivo en el usuario. La construcción de viviendas a nivel industrial se ha aplicado a lo largo de la historia para aprovechar los avances tecnológicos, contrarrestar el déficit de mano de obra calificada, ahorrar en materia prima con menos desperdicios y la estandarización de los procesos con controles de calidad. El uso de este tipo de sistema ayudaría a desarrollar aún más la industrialización de la construcción en nuestro país lo que podría contribuir a incrementar los niveles de calidad y seguridad en los proyectos habitacionales.

El presente trabajo estará dividido por capítulos en los cuales hablaremos de los antecedentes históricos del método, su origen y sus aplicaciones en otros países. Explicaremos las razones que justifican el presente estudio y que nos llevó a optar por esta propuesta como una posible solución a la problemática planteada.

Nos proponemos a determinar cuáles ahorros en términos de tiempo y costo puede presentar este tipo de método en comparación con los métodos más comunes y cuales desventajas o limitaciones tendría en contraste con estos. Esta investigación se limita a la comparación de la construcción de una vivienda en la ciudad de Santiago de los caballeros mediante tres métodos constructivos. La investigación se realizó en un período de 8 meses, en los cuales

tratamos de resolver la interrogante de si el método propuesto resulta ser más rentable o no frente a los demás.

## **1.2 Descripción del Problema**

En la República Dominicana cada año se produce un incremento porcentual en el déficit habitacional debido a que la producción no supera la demanda anual. Entre el sector público y el sector privado anualmente se estima una construcción de 8,000 a 10,000 viviendas en el territorio nacional, sin embargo, el déficit anual en la ciudad Santiago ronda entre 101,378 viviendas según un estudio realizado por el ministerio de economía, planificación y desarrollo en el año 2017 (MEPyD, 2019).

La vivienda es fundamental en la calidad de vida y el desarrollo de las personas por lo que es esencial darle solución a la problemática de la vivienda que existe actualmente tanto en la región del Cibao como en el país. Para dicha solución se debe evaluar el uso de otras alternativas en los métodos de construcción avanzada para aumentar los volúmenes de producción anual, eficientizar los tiempos, minimizar los costos y garantizar la calidad de estos.

La respuesta constructiva al déficit habitacional en nuestro país ha sufrido pocas variaciones a lo largo de los años, siendo el método de construcción con formaletas la única alternativa comúnmente utilizada frente a la construcción de mampostería tradicional. La construcción por formaletas ha mostrado la ventaja de reducir los tiempos de construcción a la mitad de lo que tomarían los métodos tradicionales, por lo que teóricamente se estarían construyendo anualmente el doble de viviendas por este método.

La rentabilidad de este proceso constructivo se ve afectada por los volúmenes de obra y la ubicación del proyecto a desarrollar. Debido a que este sistema maneja grandes volúmenes de mano de obra especializada que no se encuentran en todo el país y de igual manera las plantas de hormigón industrial para suplir un concreto especial para este tipo de obra. Estas limitaciones provocan que este método no sea una solución óptima para suplir el déficit por

lo que deja el espacio para buscar otras alternativas que puedan dar una solución más eficiente a la problemática de la vivienda.

En la presente investigación se pretende evaluar la rentabilidad de una segunda alternativa al método tradicional como lo es la construcción modular prefabricada aplicada a la construcción de viviendas unifamiliares. Este método industrializado presenta mejoras en la calidad y reducción de los desperdicios de los materiales, una mano de obra más capacitada en menor volumen y de igual manera una reducción en los tiempos de construcción.

### **1.3 Preguntas de Investigación**

En base a lo planteado en la descripción del problema, surgen las siguientes interrogantes:

- 1) ¿Es el método de construcción modular prefabricado más eficiente que los métodos tradicionales?
- 2) ¿Es este método factible para ser aplicado en la construcción de viviendas unifamiliares en la ciudad de Santiago?
- 3) ¿Presenta reducciones significativas en los tiempos y los costos?
- 4) ¿Qué mejoras presenta este método en términos de mano de obra industrial en comparación con la mano de obra tradicional?
- 5) ¿Qué limitaciones podría presentar este método con respecto a la ubicación del proyecto a desarrollarse?

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Analizar la rentabilidad de la aplicación del sistema de construcción modular por métodos de prefabricación de concreto en la construcción de viviendas unifamiliares en la ciudad de

Santiago, República Dominicana, como una segunda alternativa a los métodos constructivos tradicionales.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Comparar la eficiencia del método modular prefabricado con los métodos de construcción tradicionales.
- Evaluar la factibilidad de su aplicación en la ciudad de Santiago de los caballeros, República Dominicana.
- Realizar una evaluación de las mejoras en tiempo y costo con relación a los demás métodos constructivos.
- Definir cuáles serían las limitaciones en términos de ubicación que se podrían presentar por este método.
- Determinar cuál sería el punto de equilibrio para la construcción de viviendas unifamiliares en serie utilizando los tres métodos constructivos (mampostería, formaletas y modular prefabricado).

## **1.5 Justificación de la Investigación**

La presente investigación pretende identificar, evaluar y dar a conocer los efectos que tendría la aplicación de un sistema constructivo no tradicional como lo es el sistema modular prefabricado en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago. El motivo fundamental por el cual surge esta investigación fue la identificación de carencias de alternativas y falta de innovación por parte de los ingenieros, arquitectos y desarrolladores de proyectos a la hora de abordar la problemática habitacional que viene arrastrando nuestra ciudad y país por décadas (MEPyD, 2019). Esta persistente necesidad de vivienda, sobre todo de carácter social, a través de los años demuestra que existe un espacio para abordar nuevas soluciones constructivas y tecnológicas que contribuyan a aminorar con mayor efectividad la crisis habitacional existente.

La utilidad prevista del estudio es generar un marco comparativo entre el sistema constructivo modular prefabricado y el sistema tradicional que sirva como guía analítica previa a la implementación de proyectos de esta naturaleza en la ciudad de Santiago, con el fin de facilitar la toma de decisiones para la efectiva administración de proyectos según se requiera su aplicación. Dentro del ámbito formativo y académico, serviría como referencia para propiciar la introducción del análisis de la aplicación de nuevas soluciones y tendencias constructivas para su futura implementación en el ejercicio profesional de ingenieros y arquitectos.

A partir de esta evaluación de rentabilidad del sistema constructivo modular prefabricado se pretende instaurar una iniciativa para generar soluciones que mejoren la habitabilidad del usuario final, y que propicien la renovación del sector de la construcción y el desarrollo de la industria de los prefabricados en nuestro país.

## **1.6 Limitaciones y Delimitaciones de la Investigación**

### **1.6.1 Limitaciones**

La limitación encontrada al abordar este tema de investigación radica en que el método propuesto no se aplica en el país, aunque algunas constructoras promueven su uso, otras trabajan la prefabricación de manera parcial, por lo que se estarían haciendo estimaciones sobre algunos parámetros. En este sentido, el diseño estructural de una construcción de este tipo es muy poco conocido para los ingenieros estructuralistas y las normativas de construcción estructural de nuestro país, anulando la posibilidad de realizar un diseño estructural para fines de esta investigación.

También existe la posibilidad que se deba evaluar los tiempos y precios con empresas en el extranjero. Para fines comparativos se solicitará algunas constructoras presupuestos y cronogramas de obras de bajo costo en la ciudad de Santiago, fabricadas en blocks y formaletas por lo que se trabajaría con precios de materiales y mano de obra establecidos.

### **1.6.2 Delimitaciones**

La presente investigación se limitará a analizar la construcción de viviendas unifamiliares en la ciudad de Santiago de los caballeros, República Dominicana. El desarrollo de este estudio se llevará a cabo en un periodo de 8 meses, desde enero hasta agosto del presente año. Está dirigida a realizarse a partir de una investigación aplicada, dentro del sector de la construcción civil y la industria de los prefabricados.

## **2. Revisión de la literatura e inicio del marco Teórico**

### **2.1 Concepto de industrialización**

El termino industrialización se define como “un proceso productivo para obtener, transformar y elaborar los productos en base a la repetición mecanizada y organizada” (Neufert, 1965). Así pues, un sistema de construcción industrializado se podría definir como un esquema de construcción que mediante la adecuada planeación de las tareas y presupuesto, y una selección de equipos y materiales puede generar elevados rendimientos en obra y optimizar los recursos, sin afectar las condiciones económicas y la generación de empleo (Díaz, 2003).

La industrialización no se refiere a la producción de productos nuevos, sino a la producción de cualquier producto con materiales disponibles de una forma tecnificada. De modo que, el material no es el que determina si un producto es industrial, sino la forma en la que este producto fue fabricado.

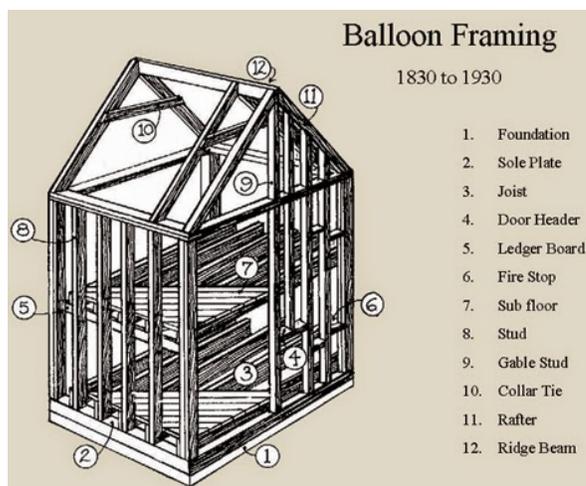
### **2.2 Evolución Histórica de la construcción prefabricada**

Las primeras experiencias que dieron lugar a lo que hoy conocemos como construcciones prefabricadas datan de tiempos tan antiguos como los inicios del siglo XVI, en el cual Leonardo da Vinci fue encargado de proyectar ciudades modelo para la región francesa del valle del Loira. Durante el siglo XVII surge el Kiwari japonés, cuyo primer manual conocido data del 1608, el mismo estaba basado en una modulación rigurosa y combinaba partes prefabricadas con otras in situ. Fue un sistema ampliamente difundido en este país y aunque muchas de las partes de la vivienda se realizaban in situ, la regularidad de las medidas y la repetición de componentes lo convierten en un ejercicio temprano de lo que sería la producción industrializada de viviendas (García, 2013).

La prefabricación aplicada a la vivienda continúa desarrollándose en la primera parte de XIX. La gran mayoría de los autores fija los comienzos de la prefabricación de viviendas

como tal para el año 1833 cuando en Chicago, Estados Unidos, se empezaron a desarrollar viviendas prefabricadas de madera que pasarían a llamarse “Ballon Frames”, ilustradas en la figura 2-1. Este sistema se basó en la prefabricación a base de bastidores de madera para muros y suelo, luego posicionados in situ para formar la caja de la construcción, llegando a generar edificaciones de hasta tres niveles a bajo costo. La extensión de dicho sistema que luego influyó en otros sistemas de bastidores de madera y metálicos se basó en dos aspectos claves, el desarrollo industrial de la sierra a vapor (1793) y la fabricación automatizada de clavos (1807) (Wadel, 2010).

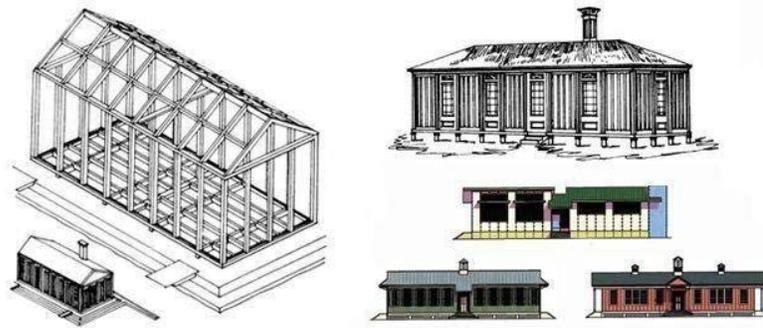
**Figura 2-1:** Ballon Frames.



Fuente: <https://artchist.blogspot.com/2015/03/estructura-de-madera-balloon-frame.html>

Para 1837, en Inglaterra, Herbert Manning diseñó sus “colonial portable cottages” (Figura 2-2), las cuales se convirtieron en el prototipo de lo que sería el primer caso documentado de viviendas prefabricadas y en un éxito comercial, desarrollando Manning varios modelos de diferente tamaño y costo, adaptándose así a las diversas necesidades del usuario. Estas casas se trasportaban en barco, descompuestas en sus distintos elementos o piezas, numeradas y seriadas en grandes embalajes, hasta las colonias inglesas de Australia o Sudáfrica, para en su lugar de destino poder ser montadas de forma fácil, ensambladas de forma manual y con las herramientas habituales, sin la necesidad de utilizar personal cualificado (García, 2013). Para el 1850 este sistema había producido una primera variante con chapas corrugadas de acero para el revestimiento en muros y cubiertas (Wadel, 2010).

**Figura 2-2:** Primera vivienda prefabricada ensamblable de Herbert Manning.



Fuente: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Primera-vivienda-prefabricada-ensamblable-de-Herbert-Manning\\_fig1\\_339241159](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Primera-vivienda-prefabricada-ensamblable-de-Herbert-Manning_fig1_339241159)

Las experiencias que se fueron desarrollando en el campo de la prefabricación de viviendas, sobre todo unifamiliar o de baja altura, entre los siglos XIX y principios del XX, tanto en Estados Unidos como en Europa, tuvieron por lo general como materia prima la madera. Para el 1908, surgieron en Nueva Jersey, Estados Unidos, las Sears Roebuck Houses (figura 2-3), un tipo de vivienda de catálogo basado en un sistema constructivo de estructura y cerramientos en madera. Todas las piezas componían un kit embalado en dos cajas que podían ser enviados por tren a cualquier punto del país y únicamente las cimentaciones se realizaban en obra. El fabricante de estas viviendas afirmaba que este método reducía en un 40% las horas hombres empleadas en la construcción de una vivienda de manera artesanal. De acuerdo con Roper y Comas (2013) en la segunda mitad del siglo XIX, más del 60% de las viviendas de Estados Unidos eran prefabricadas.

**Figura 2- 3:** Sears Roebuck Houses.



Fuente: <https://www.oldhouseonline.com/house-tours/kit-houses/>

Sin embargo, no fue sino hasta la primera guerra mundial (1914-1918) que la industrialización en la construcción tuvo un gran desarrollo, la escasez de materiales y mano de obra conjugada con la necesidad de una gran producción de viviendas con carácter de urgencia dieron paso al creciente interés en el desarrollo de la prefabricación de hormigón como un método para reducir costos en las construcciones (Novas, 2010). En Europa, arquitectos como Mies Van der Rohe, Walter Gropius, Le Corbusier y Alvar Aalto se plantearon, tras la Primera Guerra Mundial, el reto de crear “una nueva arquitectura para una nueva era” (figura 2-4) y se fijaron en el modelo de la industria automovilística para automatizar los procesos en la construcción, experimentando con materiales como el acero y los bloques de hormigón (Roper y Comas, 2013).

Esta primera generación de producción industrial en Europa se basó fundamentalmente en la técnica de prefabricación a base de paneles de gran formato de hormigón, en multitud de variantes y patentes. Sin duda fue la denominada escuela francesa, la que en todos los aspectos marcó más tendencia, e influencia tuvo en otros países, tanto por su producción, compromiso de las administraciones, innovación y participación de los distintos sectores (García, 2013).

**Figura 2- 4:** Edificio L«Unité d»Habitation, en Marsella, obra de Le Corbusier de 1952.



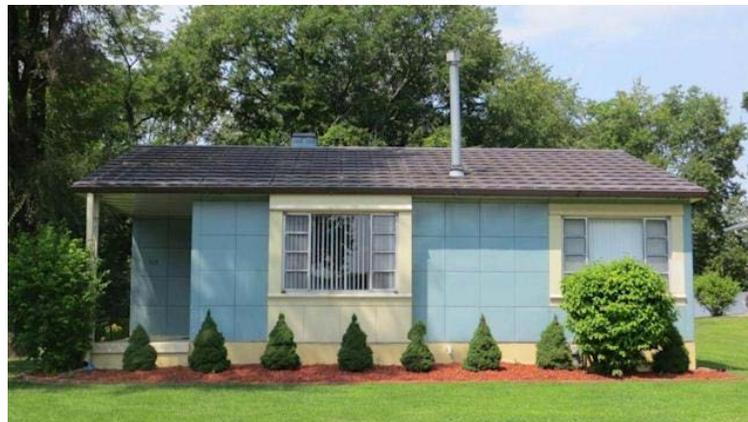
Fuente: [https://elpais.com/cultura/2016/07/17/actualidad/1468751603\\_457464.html](https://elpais.com/cultura/2016/07/17/actualidad/1468751603_457464.html)

Luego de la Segunda Guerra Mundial, el gran panel de hormigón se convirtió en el logotipo de la reconstrucción europea. Los sistemas cerrados a base de grandes paneles fueron

dominantes en la llamada “Europa del Este” y cuantitativamente importantes en los países que, en la época, conformaban la Unión Europea. En estas décadas los sistemas constructivos prefabricados impusieron proyectos con mínimas variaciones formales para reducir el número de elementos y se exigía un mínimo de orden de mil viviendas agrupadas para intervenir con sistemas prefabricados. A pesar de las condicionantes de diseño existentes durante esta época, se pueden resaltar proyectos como La Grand Borne, en París y West Orminge, en Estocolmo (Salas, 1980).

Por otra parte, en los Estados Unidos, ya se experimentaban proyectos de prefabricación de viviendas incorporando otros materiales. Tal es el ejemplo de las viviendas “Lustron House” (Figura 2-5) (1946) que utilizaban la chapa de acero con esmalte vitero para los muros, particiones interiores y cubiertas y de las “AIROH House” (1947) que utilizaba láminas de aluminio rellenos de hormigón celular. Las “Manufactured Home” (1970), fue un término que se utilizó para referirse a casas que eran totalmente montadas en fábrica sobre un chasis que servía para remolcarlas a su destino final y ser colocadas sobre cimentaciones tradicionales. Este tipo de construcción fue ampliamente difundido en el estado de Florida y su fácil mecanismo de transporte permitía que fueran trasladados a otras localidades, aumentando así su vida útil (Wadel, 2010).

**Figura 2- 5:** Vivienda tipo Lustron House.



Fuente: <https://www.landmarks.org/resources/preservation-news/porcelain-utopia-the-lustron-photography-project/>

Superada la urgencia provocada por las guerras y con los nuevos materiales estructurales contrastados, a partir de los años setenta y ochenta hasta nuestros días, se produjo un cambio de mentalidad hacia una producción de edificaciones prefabricadas de carácter más abierto. Dentro de los ejemplos desarrollados en esta época de transición cabe destacar el proyecto Habitat 67 (figura 2-6), desarrollado por el Arquitecto Moshe Safdie para la expo 67 en la ciudad de Montreal, Canadá. Este se basa en un complejo entramado irregular de espacios llenos y vacíos de 12 niveles de altura, su célula básica es un módulo portante de hormigón que llega a obra prefabricado con excepción de sus acabados interiores (Díaz, 2003).

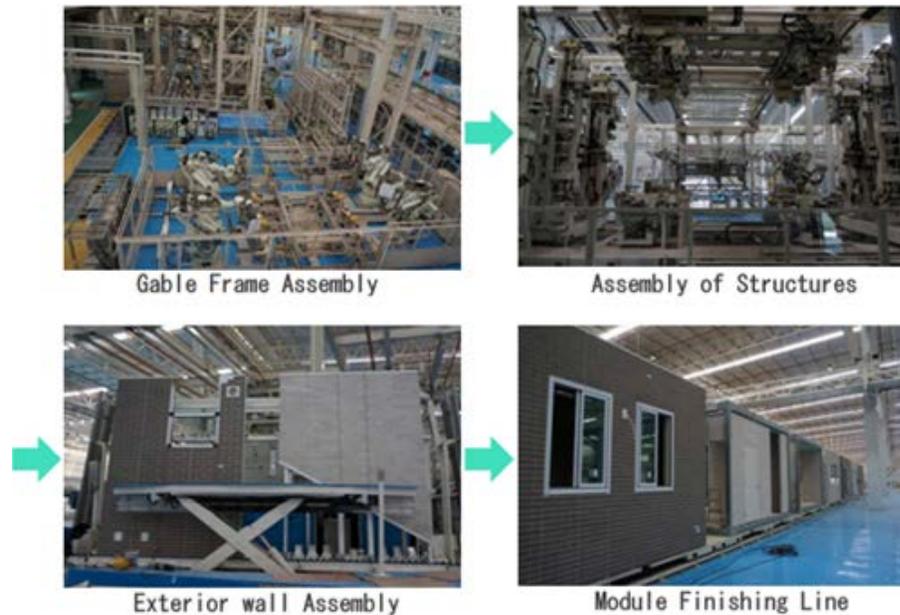
**Figura 2- 6:** Habitat 67.



Fuente: [https://www.urbipedia.org/hoja/Habitat\\_67](https://www.urbipedia.org/hoja/Habitat_67)

En la actualidad el máximo representante de la prefabricación automatizada es Japón, en donde las viviendas prefabricadas componen aproximadamente un 21% de las construcciones de viviendas anuales. Un ejemplo de empresa de prefabricación integral de viviendas en Japón es el de Sekisui Chemical, que produce al año 23,000 viviendas en ocho factorías distribuidas estratégicamente en el país para minimizar costes y tiempo de transporte. Cada una de ellas produce 3,000 viviendas anuales. Las viviendas producidas en cada una de estas factorías se construyen a base de módulos espaciales que poseen una estructura formada por un entramado metálico calculado y ensayado para resistir vientos de 240 mph y terremotos de intensidad 7.8 en la escala de Richter (Novas, 2010).

**Figura 2- 7:** Fábrica Sekisui Chemical.



Fuente: <https://housinginnovation.co/factory/sekisui-heim/>

## 2.3 Método de construcción del sistema prefabricado

Este método consiste en armar y confeccionar en concreto reforzado todos los elementos estructurales que conformaran una edificación, producirlos en una planta industrial por un proceso industrializado y estandarizado para luego ser desencofrados y trasladados a obra para su respectivo montaje. Los elementos son soldados entre sí a través de unos vínculos que se dejan en las esquinas de cada elemento, vínculos debidamente diseñados que determinan las características de los aceros que los conforman, de esta manera se logra una estructura monolítica.

En las plantas de producción se diseñan y fabricaran todos los elementos los cuales deberían ser suficientes para una vivienda o apartamento para mejorar el rendimiento en el montaje. No obstante, uno de los beneficios que presenta el sistema es el adelanto en la producción de los elementos y su almacenaje, de manera que cuando se inicie el montaje, se permita construir a una mayor velocidad reduciendo tiempos totales de la obra (Figura 2-8).

**Figura 2- 8:** Realización de montaje de elementos prefabricados



Fuente: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/prefabricacion-de-viviendas-en-concreto>

Abordando la evolución en este tipo de sistema constructivo, las plantas de producción se han flexibilizado de manera que se puedan elaborar en el sitio de la obra los diferentes elementos estructurales y no estructurales del proyecto haciendo aún más eficiente el sistema, debido a que el transporte de los diversos elementos se reduce considerablemente en el costo directo.

El concreto con el que se funden los elementos es un concreto acelerado que permite obtener en menos de 24 horas la resistencia esperada de manera que se pueda movilizar el elemento con el fin de poder almacenarlo de manera adecuada y continuar con la fundida de demás elementos. Adicionalmente, se aplica un desmoldante el cual evita que se tenga adherencia entre el elemento y la matriz base donde se funde, con el fin de evitar cualquier tipo de deterioro en el acabado al momento de desencofrarlo y levantarlo.

El acabado en concreto de los muros y placas es de muy alta calidad si se compara con otros sistemas como el industrializado, debido a que su producción tanto de muros como placas se realiza de manera horizontal sobre placas esmaltadas, para luego ser levantados y almacenados (Argos, 2019).

### 2.3.1 Tipos de prefabricación

La prefabricación puede clasificarse según el grado de prefabricación, que estará definido según el tipo de estructura, según su función, forma y método de ejecución.

Los elementos pueden ser estructural y arquitectónico. El estructural incluye: vigas, trabes, viguetas, columnas, pilas, pilotes, cabezas de pilotes, losas, paneles portantes de muros de carga, etc. Este concreto puede ser convencionalmente reforzado o presforzado. En cambio, el arquitectónico típico contiene: paneles de muros con ventanas, porta luces, coberturas de columnas, etc. Este concreto puede ser sin refuerzo, convencionalmente reforzado o presforzado.

El grado de prefabricación pueden ser parcial o total, siendo la primera aquellas donde solo una parte de la edificación usara elementos prefabricados, por ejemplo, en nuestro país se usan losas Hollow core y vigas TT prefabricadas para construcción de techos en algunas estructuras. La segunda serían edificaciones que tanto muros, columnas, vigas y losas serian prefabricadas.

Concreto presforzado normalmente es producido en el entorno industrial de la prefabricación, puesto que es un concreto al que se ha incorporado mecánicamente esfuerzos internos con el fin de reducir su debilidad a los esfuerzos de tracción provocados por las cargas. Para presforzar al concreto se recurren a técnicas de pretensado y de postensado, o a una combinación de ambas. En estas técnicas se usan tendones de refuerzo (cables de acero) para inducir esfuerzos internos en el material.

- **Pretensado:** los tendones de refuerzo son instalados y esforzados a cierta magnitud en el molde de prefabricación, antes de que se vierta el concreto. Una vez es vertido, el concreto es compactado para garantizar su adherencia con los tendones. Finalmente, cuando se ha comprobado que el concreto ha alcanzado la resistencia deseada, el esfuerzo aplicado a los tendones cesa y se prepara la pieza para su transporte.
- **Postensado:** los tendones son esforzados a una magnitud dada cuando el concreto se ha endurecido en el molde de prefabricación. En este caso, los tendones son

instalados por medio de ductos que atraviesan al molde. Además, cuando el concreto alcanza la resistencia deseada los tendones permanecerán estirados y anclados en los extremos de la pieza de concreto (BECOSAN, 2019).

### 2.3.2 Tipo de edificaciones donde se usa la construcción prefabricada

Los prefabricados de concreto son apropiados para una serie de aplicaciones de construcción, ya que son resistentes al fuego y atenúan el sonido. Otras dos razones de peso para adoptar una estructura de concreto prefabricado son la reducción de la humedad y la creación de un ambiente energéticamente eficiente. La amplia gama de estructuras que se ven aquí ejemplifica la versatilidad del concreto prefabricado, ya que numerosos componentes se unen para producir un acabado impresionante.

- **Edificios de oficinas:** Las propiedades únicas de los materiales prefabricados de concreto permiten diseñar edificios creativos y funcionales. Para crear salas amplias y abiertas, utilice columnas de concreto prefabricado con paneles arquitectónicos.
- **Viviendas de varias unidades:** Los productos prefabricados de concreto proporcionan una mayor protección contra el fuego y funcionan como barrera acústica, reduciendo las primas de los seguros contra incendios. Estas características lo hacen ideal para su uso en hoteles, dormitorios, edificios y complejos de apartamentos, comunidades de ancianos y otras estructuras similares. Shannondell Senior Living es un ejemplo de comunidad de ancianos hecha de concreto prefabricado.
- **Hospitales y centros médicos:** Los prefabricados de concreto se recomiendan para las viviendas colectivas por muchas de las mismas razones. También proporciona una base sólida para hospitales y centros médicos. Una estructura hospitalaria de concreto prefabricado es el Centro Médico Hershey (Figura 2-9).

**Figura 2-9:** Centro Médico Hershey.



Fuente: <https://www.pennstatehealth.org/locations/milton-s-hershey-medical-center>

El concreto prefabricado facilita la construcción de escuelas. Los prefabricados de concreto mantendrán su proyecto en marcha con tiempos de entrega más rápidos desde el inicio hasta la finalización. Tanto si se trata de la ampliación de un campus universitario como de una escuela primaria, podrá acoger a los alumnos más rápidamente sin los problemas de la construcción tradicional. Un edificio escolar prefabricado de concreto, como la Charter Arts School, es un ejemplo (figura 2-10).

**Figura 2-10:** Charter Arts School.



Fuente: <https://www.charterarts.org/about/school-info/history-of-lvpa/>

- **Centros comerciales minoristas:** Los centros comerciales minoristas varían en tamaño y ubicación; en las zonas rurales, pueden desarrollarse en un gran terreno, pero en las áreas metropolitanas, los terrenos de desarrollo suelen ser más pequeños. Pueden ser de una sola planta o de varias, y pueden incluir o excluir el aparcamiento. El concreto prefabricado tiene la versatilidad de adaptarse a cualquier propósito, y se utiliza con frecuencia en la construcción de complejos comerciales minoristas. Un edificio comercial prefabricado como el Centro Comercial Target es un ejemplo.

Dado que uno de los aspectos más importantes de la construcción de concreto es su durabilidad, no es de extrañar que muchas estructuras de concreto prefabricado para muros se utilizan en aplicaciones sometidas a un gran desgaste, desde el tráfico hasta los elementos. Su resistencia va de la mano de su durabilidad, que es otra razón por la que es tan popular para diversas aplicaciones.

- **Estructuras de aparcamiento:** La durabilidad, la asequibilidad y la instalación son tres factores importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar una estructura de aparcamiento, razón por la cual se utilizan frecuentemente los prefabricados de concreto.

En los aparcamientos se pueden encontrar columnas, barreras de tráfico, escaleras, losas de pavimentación, revestimiento arquitectónico y otros productos prefabricados de concreto. Los prefabricados de concreto son apropiados tanto para aparcamientos de un solo nivel como para edificios medianos más grandes y sofisticados. Un ejemplo de ello es una estructura de aparcamiento de concreto prefabricado, como la estructura de aparcamiento de Pier Villaje.

- **Puentes:** El puente Walnut Lane Memorial lanzó la industria de los prefabricados de concreto en Estados Unidos, y el uso de los prefabricados de concreto en la construcción de puentes sigue siendo frecuente hoy en día. El concreto prefabricado se utiliza para vigas, arcos, viguetas, losas del tablero, tapas y otras estructuras. El concreto prefabricado permite a los ingenieros diseñar un puente que se integre en el entorno y que sea compatible con cualquier entorno histórico, independientemente de su tamaño.

- **Alcantarillas:** Dado que los prefabricados de concreto se descubrieron por primera vez en los túneles de la antigua Roma, es fácil ver cómo una parte de la infraestructura subterránea actual sería una aplicación ideal para el material.

Las alcantarillas de caja y de tres lados vienen en una variedad de formas y tamaños para ayudar con el drenaje de aguas pluviales y residuales, la construcción de puentes cortos, la retención de agua de lluvia y más. En muchas de ellas se utiliza concreto prefabricado para garantizar un producto de alta calidad y larga duración que pueda colocarse rápidamente.

- **Bordillos y cuencas de captación:** Los bordillos y las cuencas colectoras para la gestión de las aguas residuales forman parte de la infraestructura subterránea, al igual que las alcantarillas.

Los distintos estados y gobiernos locales tienen diferentes normativas para estos elementos, pero la fabricación de prefabricados de concreto puede tenerlas en cuenta y desarrollar un producto que permita que la escorrentía de las aguas pluviales drene hacia la infraestructura subterránea existente.

- **Muros acústicos:** Los muros acústicos se utilizan como barrera acústica entre las carreteras y los residentes en las zonas urbanas. El uso de concreto prefabricado en estas construcciones puede reducir la contaminación acústica hasta en un 50%. Estas estructuras de muros acústicos pueden diseñarse para que se integren en su entorno utilizando un color, una textura o un patrón específicos (FENARQ, 2021).

## **2.4 La construcción modular prefabricada de viviendas en la ciudad de Santiago**

La construcción modular prefabricada ha sido poco explorada en la ciudad de Santiago y en la República Dominicana en general. En la construcción de viviendas en particular, en la ciudad de Santiago, podemos destacar un ejemplo en particular dentro de este tipo de construcción, este se trata del Residencial Los Maestros.

**Figura 2-11:** Ubicación del proyecto residencial Los Maestros.



Fuente: elaboración propia.

El Residencial Los Maestros es un residencial de apartamentos cerrado que se encuentra ubicado en el sector de El Dorado, en la Carretera Don Pedro (Figura 2-11), y se compone por varios bloques de apartamentos de los cuales aproximadamente la mitad fueron realizados mediante métodos de construcción mixto de formaletas y prefabricados. Cada bloque de apartamentos cuenta con 4 niveles y 2 apartamentos por nivel, exceptuando el primer bloque que es de 3 niveles. Estos apartamentos tienen 80 M<sup>2</sup> y se encuentran distribuidos en los siguientes espacios: sala, comedor, cocina, balcón, un baño y tres habitaciones con sus closets. Cada apartamento cuenta con un parqueo de uso particular (Figura 2-12).

**Figura 2-12:** Vista general proyecto residencial Los Maestros.



Fuente: obtención propia.

Durante nuestra investigación, tuvimos la oportunidad de reunirnos con el Ing. Agustín López quien fue el encargado de la construcción de este proyecto y nos explicó en detalle como fue el proceso constructivo que se llevó a cabo en esta obra. Dicho proceso constructivo consistía en una serie de apartamentos construidos con un sistema mixto de formaletas y prefabricados. La fundación iniciaba en platea y luego los muros exteriores estaban contruidos en vigas Doble T, el cual es un elemento prefabricado que puede tener longitudes de 12 a 18 metros de largo y 2.44 metros de ancho (Figura 2-13).

**Figura 2-13:** Tipología #1 de apartamentos.



Fuente: obtención propia.

Los muros internos se construían en formaletas con espesores de 20 centímetros y finalmente las losas eran macizas prefabricadas y pretensadas en una planta industrial. Las dimensiones variaban según el plano, pero en promedio tenían 6 metros de largo por 2 metros de ancho con espesor de 20 centímetros. La escalera de los apartamentos se confeccionaba luego de que los bloques estuvieran colocados (Figura 2-14).

**Figura 2-14:** Tipología #2 de apartamentos.



Fuente: obtención propia.

## 2.5 Hipótesis de trabajo

- 1) La aplicación de la construcción modular en concreto prefabricado para viviendas unifamiliares puede surgir como una alternativa a los métodos tradicionales para traer un impacto positivo en el costo de adquisición de una vivienda por ser más rentable que los otros métodos.
- 2) La aplicación de la construcción modular en concreto prefabricado para viviendas unifamiliares en la ciudad de Santiago disminuiría los tiempos de entrega de la construcción.

El modelo de contrastación empírica a utilizar será la elaboración de un análisis comparativo de la construcción de una vivienda unifamiliar en la ciudad de Santiago por los métodos de construcción modular prefabricada, formaleas y mampostería, contrastando y analizando los parámetros de tiempo y costos, ventajas y desventajas de la utilización de cada uno.

## **3. Metodología**

### **3.1 Enfoque y Alcance o Tipo de la Investigación**

En el apartado a continuación explicaremos en detalle el proceso y los métodos mediante el cual se analizará el tema de investigación a desarrollar. El déficit habitacional que ha ido aumentando cada año en nuestro país nos motivó a buscar alternativas constructivas para poder suplir esta carencia, esto lo realizaremos por medio de la comparación entre el método modular prefabricado con el método tradicional de mampostería y formaletas, analizando la rentabilidad de su futura aplicación a nivel local.

Dicho análisis se llevará a cabo mediante el método de análisis de datos comparativo, que no es más que el método utilizado especialmente para analizar, estudiar y hacer experimentos que se encaminan a probar o refutar una hipótesis, o bien a alcanzar generalizaciones empíricas mediante la comparación sistemática entre dos o más elementos. Básicamente se trata de realizar comparaciones sistemáticas entre dos o más variables que permitan establecer determinadas relaciones en términos matemáticos. El método comparativo se basa en la diferenciación para comprender semejanzas y/o diferencias.

El método comparativo se centra en el estudio de una selección de casos de un mismo grupo que se distinguen en ciertos aspectos. El objeto de estudio se enfoca en las diferencias para entender qué causa que sean distintos, siendo similares. El método comparativo es más efectivo al aplicarse a muestras pequeñas pues trabaja con factores de espacio y tiempo reducidos, delimitados por el tamaño de la muestra. (Ayala, 2021).

Este método de investigación fue usado para el análisis técnico y económico del uso de placas prefabricadas contra el sistema de formaletas en la República Dominicana en 2017. También fue usado en la investigación para comparar el uso de formaletas versus métodos tradicionales en 2018 en la Universidad Pedro Henríquez Ureña (UNPHU). Igualmente fue utilizado el mismo año en Bogotá para analizar el uso de losas prefabricadas versus los métodos constructivos tradicionales. Básicamente, este método ha sido utilizado en

investigaciones similares, donde se pretende comparar un método de construcción con otro para así determinar las ventajas y desventajas entre cada uno de ellos.

### **3.1.1 Tipo de diseño de investigación**

El tipo de diseño de investigación propuesto será a partir de un abordaje mixto, ya que se utilizará una combinación entre el diseño de campo y el diseño bibliográfico. El diseño de campo se utilizará para obtener datos primarios necesarios para llevar a cabo la comparación de métodos constructivos, tales como planos, presupuestos y cronograma de obra en una construcción prefabricada. El diseño bibliográfico será utilizado para la obtención de información secundaria a través de otros documentos de investigación que ya se han realizado, tanto en el país como a nivel internacional, comparando los métodos tradicionales con métodos parcialmente prefabricados.

## **3.2 Población y Muestra**

Los sujetos que proporcionarán la información primaria a ser levantada en la presente investigación serán profesionales del área de la construcción, empresas constructoras y empresas relacionadas a la prefabricación.

## **3.3 Instrumentos de Recolección, Análisis y Medición de Datos**

Dado que nuestra investigación es un análisis comparativo de métodos constructivos, procederemos a realizar el levantamiento y análisis de información en el siguiente orden:

- 1) Primero tomaremos un plano de una vivienda unifamiliar.
- 2) Se solicitará información de un estructuralista para los detalles estructurales de cada método.
- 3) En el mismo ámbito se procederá a realizar un presupuesto de cada una de las metodologías constructivas

- 4) Se construirán los cronogramas de trabajo para cada uno.
- 5) Se procederá porcentualmente a comparar las reducciones o aumentos en los costos y los tiempos de cada uno de los métodos y evaluar cual tiene mayor efecto tanto positivo como negativo en el usuario final. De esta manera se determinará la rentabilidad de la aplicación del método como alternativa de los métodos tradicionales.

Dicho esto, los instrumentos de recolección de datos a utilizar será el análisis documental y la comparación a través de las cotizaciones de diversas constructoras, las entrevistas a profesionales y empresas de construcción especializadas en el área de la prefabricación y el análisis de documentos con informaciones precedentes respecto al tema de investigación.



## **4. Análisis de Resultados**

### **4.1 Descripción del proyecto a analizar**

A continuación, se procede a desarrollar el análisis comparativo de la construcción de una vivienda unifamiliar realizada mediante tres métodos constructivos diferentes; el método tradicional de mampostería, el método utilizando formaletas y el método utilizando elementos modulares prefabricados. Para esto hemos seleccionado un diseño de vivienda, con sus respectivos planos arquitectónicos y estructurales, para el cual procederemos a realizar sus respectivos presupuestos y cronogramas de obra utilizando cada uno de los métodos mencionados anteriormente. A partir de los datos obtenidos en esta etapa, se realizarán los análisis comparativos, a nivel económico, técnico y de tiempo, para luego exponer las conclusiones del estudio.

Este estudio está diseñado para ser aplicado en una vivienda de clase socioeconómica, media-baja, la cual también es conocida como clase media emergente. El perfil de un jefe de familia de clase social media baja, es el de una persona con un promedio de nivel educativo de secundaria completa y en algunas ocasiones una profesión técnica. Dentro de las ocupaciones que desempeñan se encuentran choferes y/o taxistas, comerciantes fijos o ambulantes, mensajeros, cobradores, obreros, etc. Los hogares de las personas que pertenecen a este nivel son, en su mayoría, de su propiedad, aunque algunas personas rentan el inmueble. Cuentan en promedio con 3 o más habitaciones en el hogar y 1 baño completo. Algunas de las viviendas que habitan son de interés social.

El programa de necesidades proyectado en la vivienda unifamiliar que utilizaremos como objeto de estudio en este análisis comparativo corresponde al de una tipología de vivienda promedio en la República Dominicana para una familia de aproximadamente 4 a 5 personas. La vivienda unifamiliar se encuentra diseñada para desarrollarse en su totalidad en un solo nivel y cuenta con los siguientes espacios: marquesina para dos vehículos, galería, sala, comedor, cocina, tres habitaciones con closet, un baño, área de lavado exterior y espacios de conexión y circulación.

La vivienda se desarrolla en un área total de 150m<sup>2</sup>, de los cuales 98m<sup>2</sup> corresponden a espacios interiores y el resto a espacios de jardinería y linderos. En la tabla a continuación (tabla 4-1) se detalla la relación de metros cuadrados por espacios que posee la vivienda. La misma se encuentra emplazada en un solar de geometría rectangular.

Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

**Tabla 4-1:** Cuadro de superficies vivienda unifamiliar.

<b>Cuadro de Superficies Vivienda Unifamiliar</b>	
<b>Espacio</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
<b>Marquesina</b>	26.88
<b>Galería</b>	4.51
<b>Sala</b>	9.29
<b>Comedor</b>	12.00
<b>Cocina</b>	6.41
<b>Habitación Principal</b>	10.89
<b>Habitación 2</b>	10.89
<b>Habitación 3</b>	9.96
<b>Baño</b>	3.84
<b>Pasillos</b>	3.14
<b>Área Exterior (área de lavado, jardinería y circulación exterior)</b>	43.20
<b>Total, superficie construida</b>	<b>98</b>
<b>Total, Superficie</b>	<b>150</b>

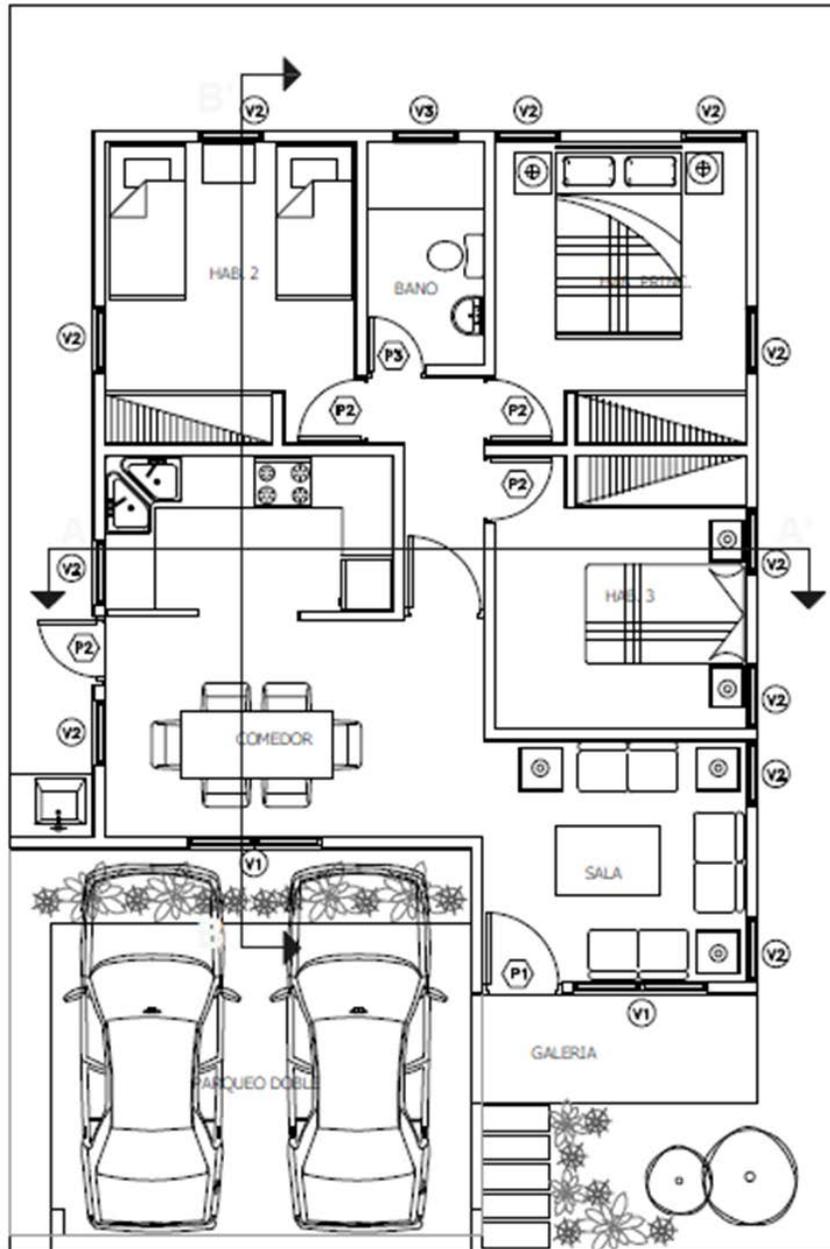
Fuente: elaboración propia.

La vivienda se desarrolla, a nivel de diseño arquitectónico, en un núcleo principal de áreas comunes y/o sociales y en un pasillo distribuidor (separado del resto de la casa a por medio de una puerta) que da paso a las áreas privadas que en este caso son las habitaciones y el baño.

En los acápites siguientes de la presente sección, procedemos a presentar los planos constructivos de la vivienda unifamiliar seleccionada para el estudio. Estos planos incluyen: planta arquitectónica, elevaciones, secciones y plantas estructurales para los métodos constructivos de mampostería y formaletas. Debido a limitaciones del estudio las plantas estructurales para el método de construcción modular no fueron realizadas.

### 4.1.1 Planta Arquitectónica del proyecto

Figura 4-15: Planta arquitectónica de vivienda unifamiliar.



Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

#### 4.1.2 Elevaciones y secciones

Figura 4-16: Elevación frontal.

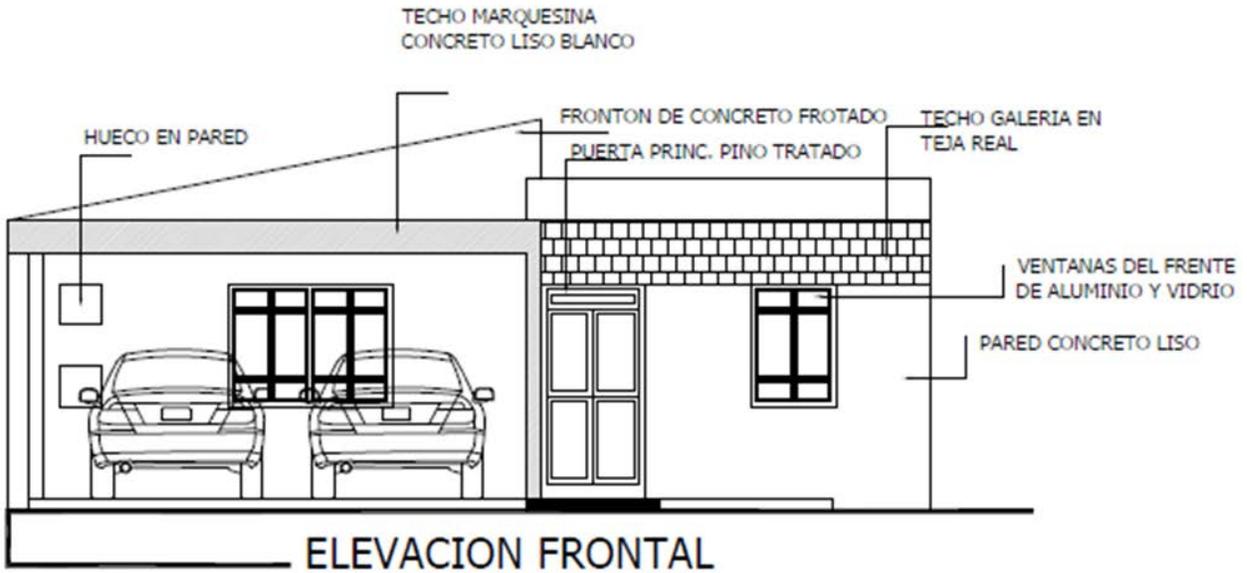
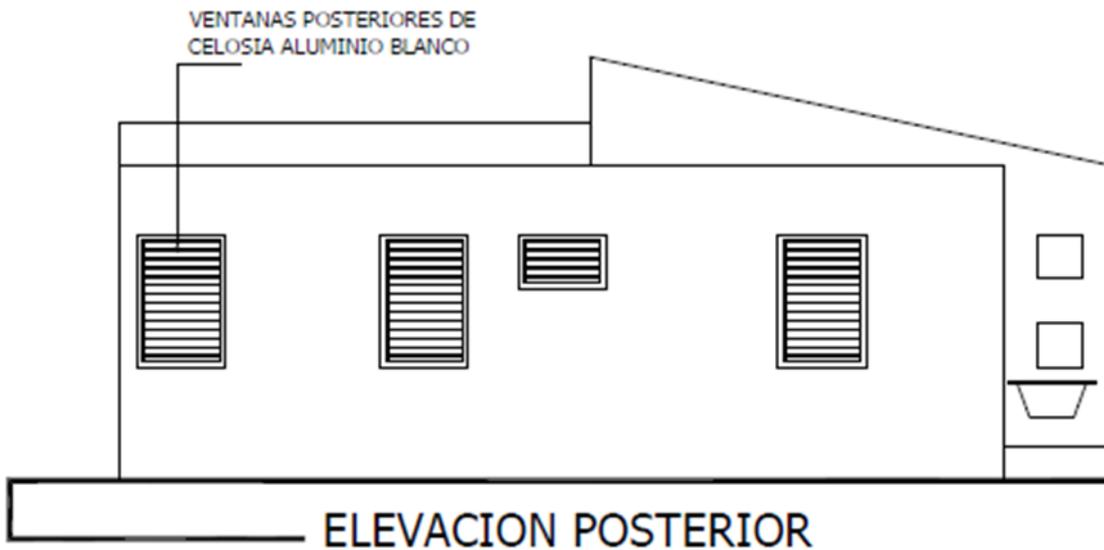
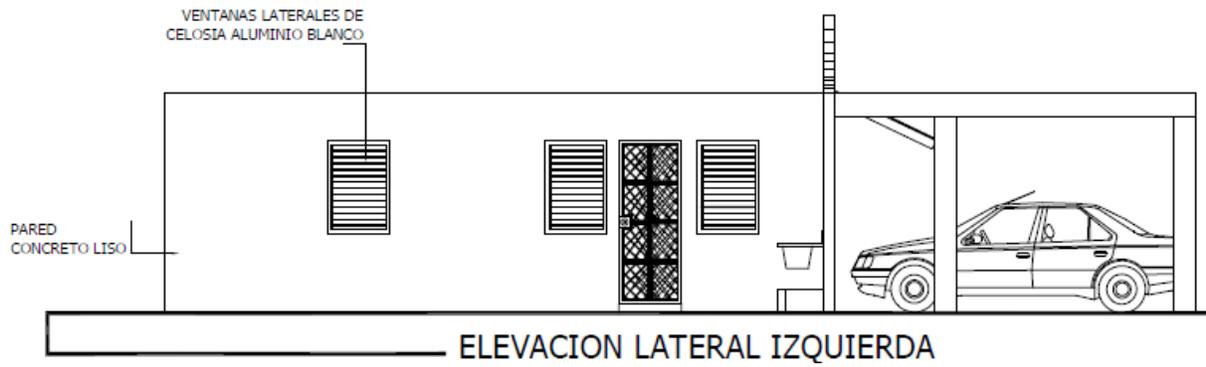


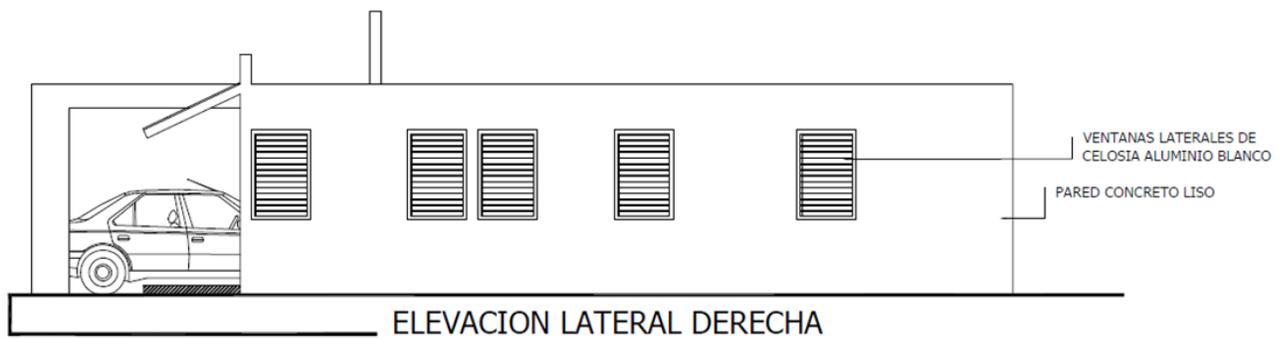
Figura 4-17: Elevación posterior.



**Figura 4-18:** Elevación lateral izquierda.

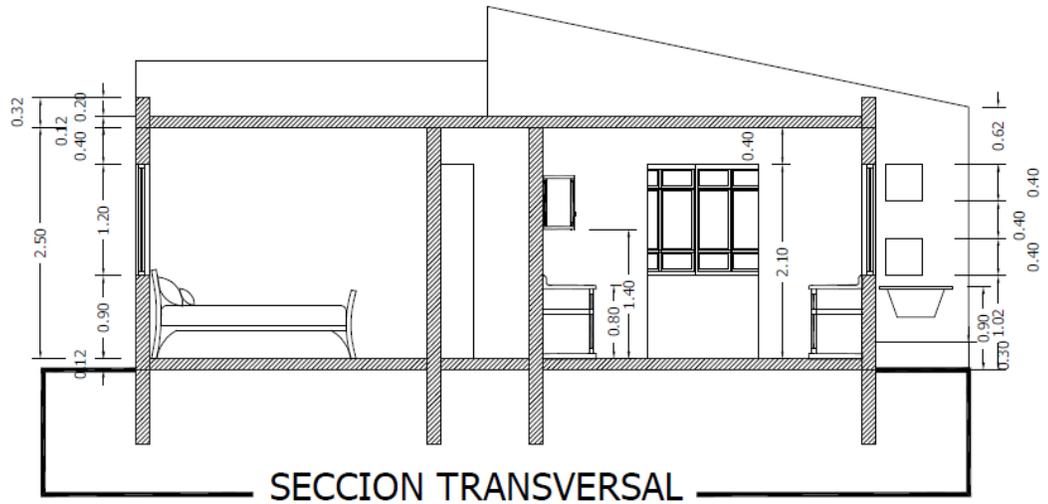


**Figura 4-19:** Elevación lateral derecha.

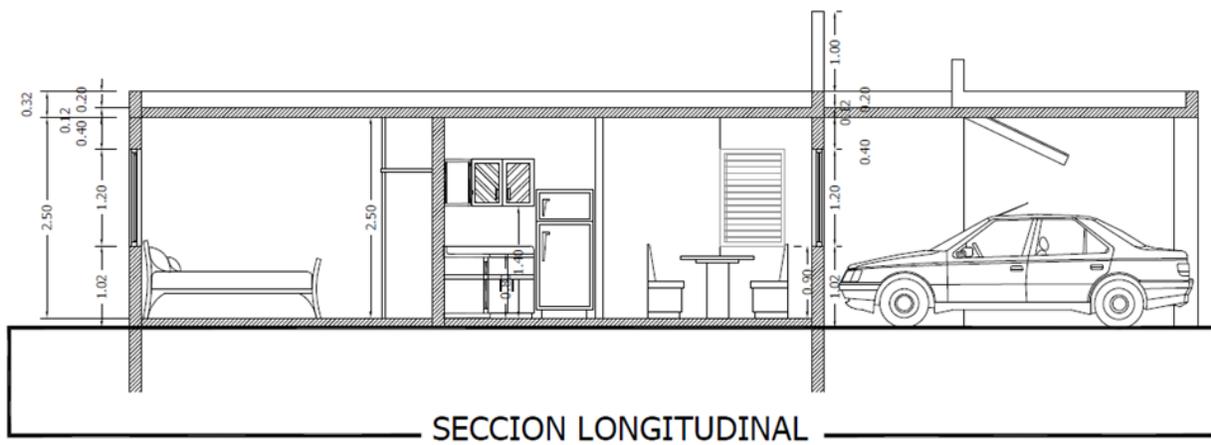


Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

**Figura 4-20:** Sección transversal.

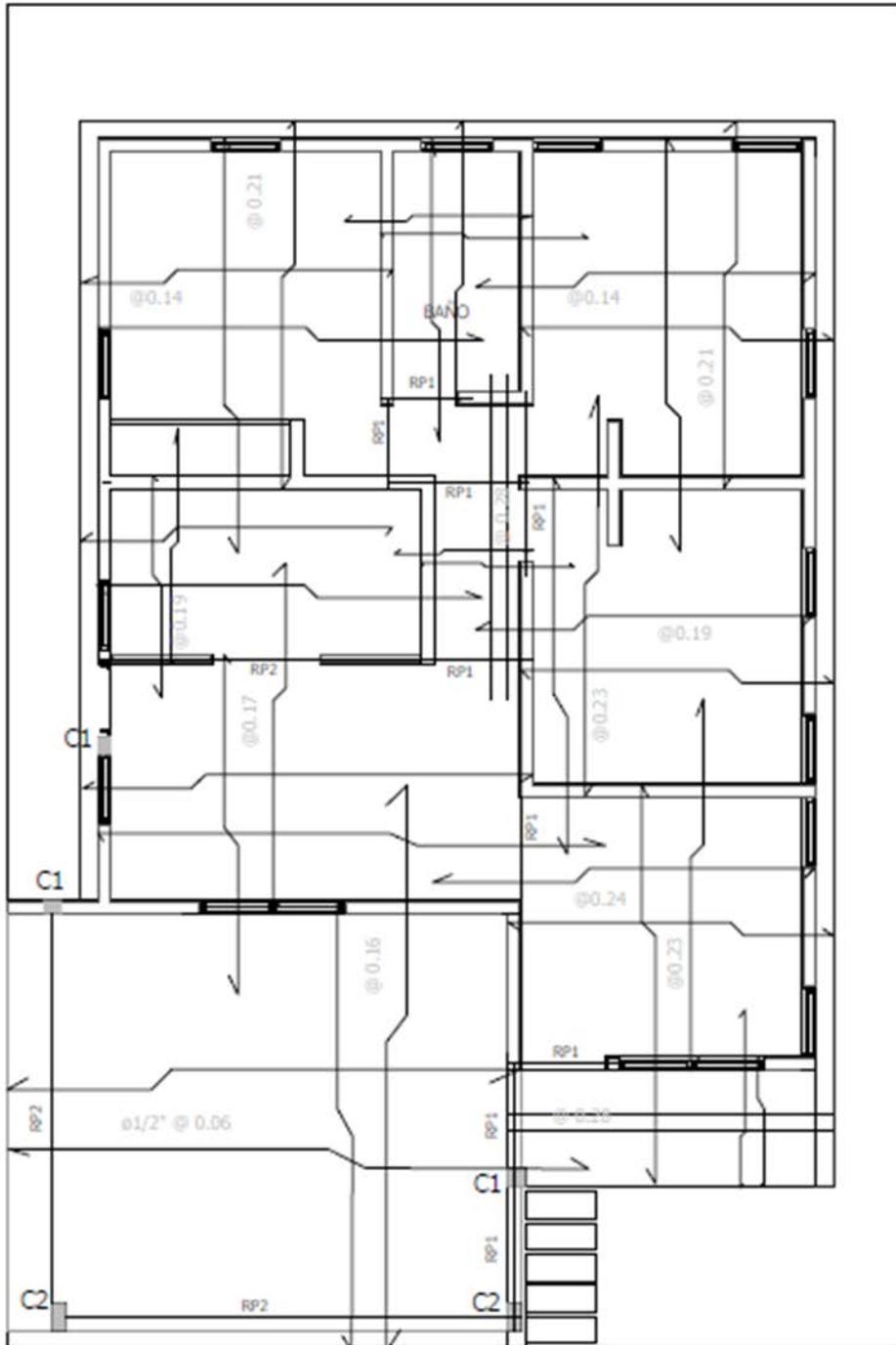


**Figura 4-21:** Sección longitudinal.



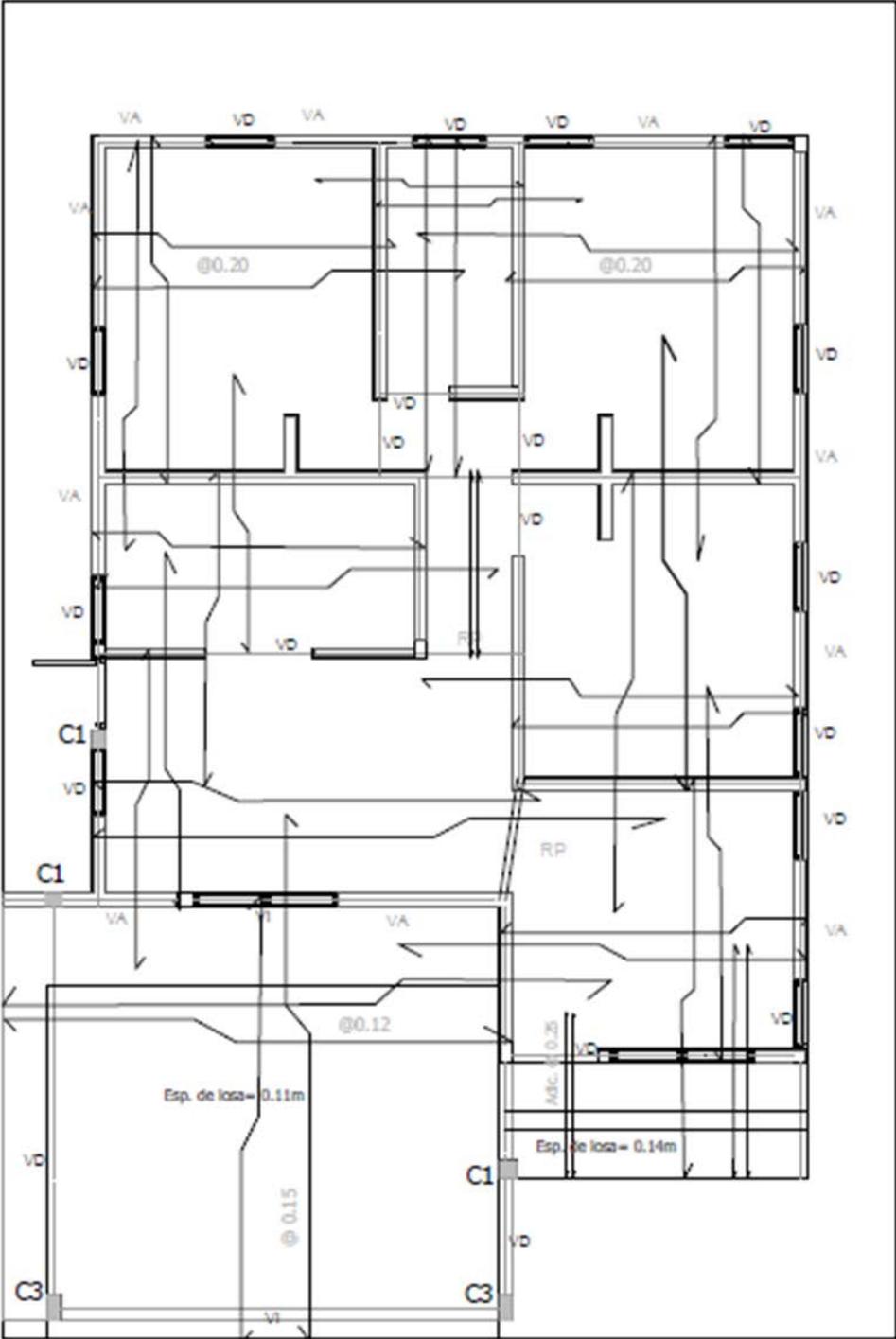
### 4.1.3 Planta Estructural para la construcción en mampostería.

Figura 4-22: Planta Estructural platea fundación mampostería.



Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

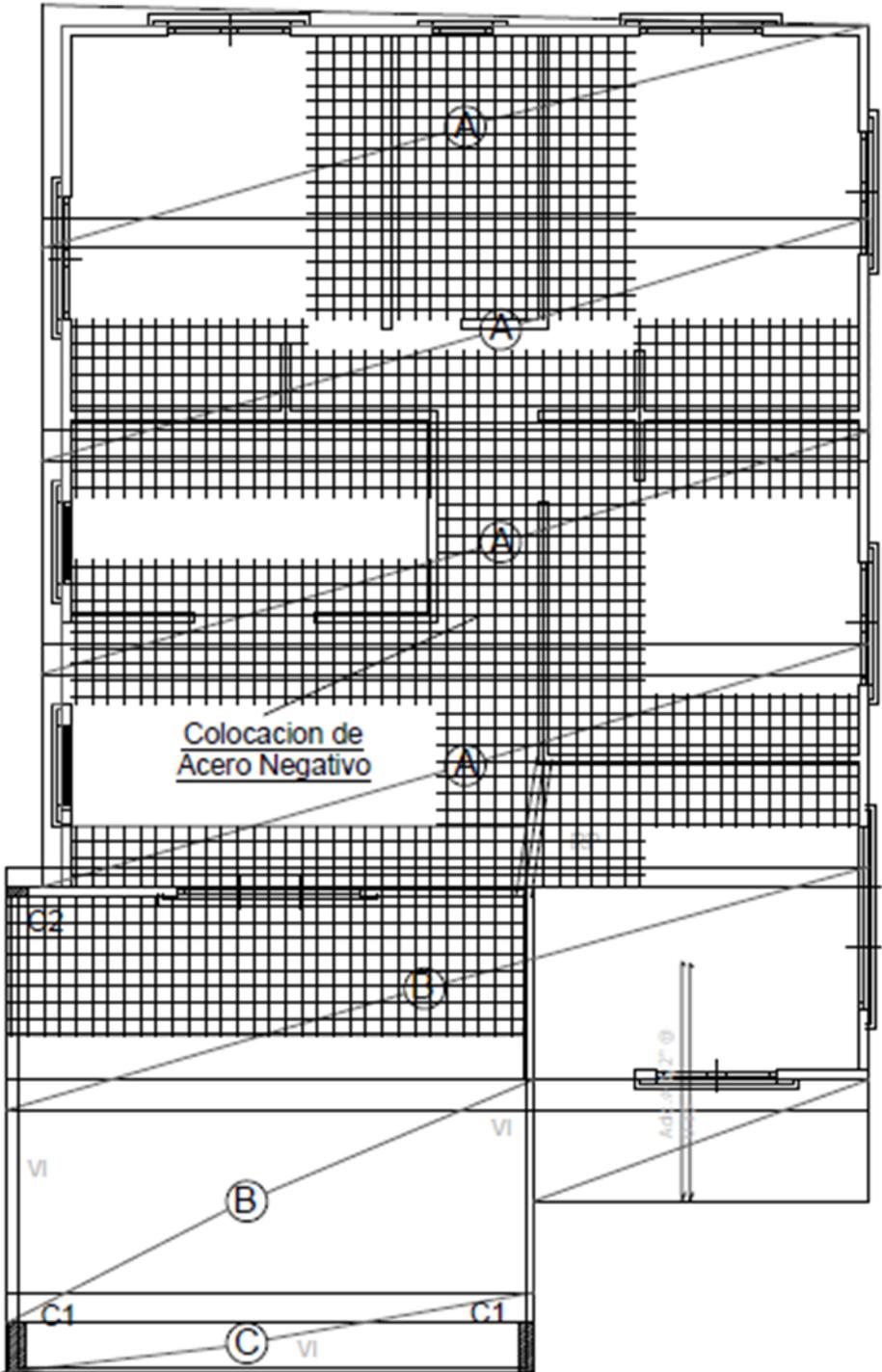
**Figura 4-23:** Planta Estructural de techo mampostería.





Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

**Figura 4-25:** Planta Estructural de techo (formaletas).



### 4.1.5 Planta Estructural para la construcción en prefabricado

Como fue establecido anteriormente en las limitaciones de la presente investigación, debido al desconocimiento de los ingenieros estructurales a quienes nos dirigimos sobre este método en particular no fue posible desarrollar un plano estructural para la construcción en prefabricado de la vivienda unifamiliar analizada para fines de esta investigación. Por consiguiente, el presupuesto de la obra prefabricada será realizado mediante la utilización de los volúmenes de construcción de la obra a analizar.

## 4.2 Presupuestos de obra

En la presente sección presentamos los presupuestos resumidos de obra realizados para la construcción de la vivienda unifamiliar presentada en planos para cada uno de los tres métodos constructivos (mampostería, formaletas y prefabricado) que comparamos en el estudio.

### 4.2.1 Presupuesto de obra realizada en mampostería

**Tabla 4-2:** Presupuesto de obra realizada en mampostería.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CASA EN BLOCKS						
PRESUPUESTO DE OBRAS				Febrero 2022		
No	Descripción	UND	Cantidad	Precio Unitario	Total	Sub-Total (\$)
<b>1.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					<b>100,000.00</b>
1.1	Replanteo l	PA	1.00	75,000.00	75,000.00	
1.2	Prueba de compactacion y rotura pro	PA	1.00	25,000.00	25,000.00	
<b>3.0</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>111,228.00</b>
3.1	Exc. Y Bote Material inservible	m3	105.60	130.00	13,728.00	
3.2	Relleno compactado	m3	70.40	625.00	44,000.00	
3.3	Exc. A Mano	m3	10.00	350.00	3,500.00	
3.4	Bote de Exc.	Pa	1.00	50,000.00	50,000.00	
<b>2.0</b>	<b>HORMIGONES ARMADOS</b>					<b>1,249,955.00</b>
2.1	Platea	M3	16.83	20,450.25	344,177.71	
2.2	Columnas C2	M3	0.50	28,124.48	14,062.24	
2.3	Columnas C1	M3	0.50	28,124.48	14,062.24	
2.4	Muros	M2	132.90	1,921.60	255,380.64	
2.5	Vigas V1	M3	1.81	24,432.66	44,223.11	
2.6	Losa	M3	23.64	24,452.16	578,049.06	

Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

<b>5.0</b>	<b>TERMINACION DE TECHOS</b>					<b>152,787.21</b>
5.1	Fino de Mezcla en Techo plano	M2	105.66	607.50	64,188.45	
5.2	Zabaletas	ML	56.57	268.00	15,160.76	
5.3	Impermeabilizante	M2	110.64	450.00	49,788.00	
5.4	Gotero	ml	25.00	178.00	4,450.00	
5.5	Terminacion Bloques de antepechos	M2	32.00	600.00	19,200.00	
<b>6.0</b>	<b>REVESTIMIENTO DE BAÑOS</b>					<b>72,310.00</b>
6.1	Pisos de Baños en Porcelanato	m2	-	1,923.00	0.00	
6.2	Ceramicas de baño	m2	35.00	2,066.00	72,310.00	
<b>7.0</b>	<b>PISOS</b>					<b>988,080.96</b>
7.1	Torta para Pisos	M2	46.00	409.51	18,837.46	
7.2	Pisos en Porcelanato	M2	89.00	1,923.00	171,147.00	
7.3	Pisos en baños	M3	3.75	208,950.00	783,562.50	
7.4	Zocalos en Porcelanato	ML	86.00	169.00	14,534.00	
<b>8</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>					<b>\$281,486.00</b>
<b>8.1</b>	<b>Inodoros</b>	Uds	1	<b>14000</b>	14000	
8.2	Inodoros servicio	Uds	-	7,500.00	0.00	
8.3	lavamanos con mueble	Uds	1.00	25,000.00	25,000.00	
8.4	lavamanos servicio	Uds	1.00	4,500.00	4,500.00	
8.5	Fregadero	Uds	1.00	12,000.00	12,000.00	
8.6	Lavadero	Uds	1.00	2,800.00	2,800.00	
8.7	Calentador	Uds	1.00	24,000.00	24,000.00	
8.8	Piletas tipo bañeras forradas en Ceram	Uds	-	15,500.00	0.00	
8.9	Camara Inspeccion de 0.5x0.5x0.90M	Uds	2.00	4,856.00	9,712.00	
8.1	Trampa de grasa de 0.70x0.90x1.00 M	Uds	1.00	6,974.00	6,974.00	
8.11	Salida para aires	Uds	3.00	3,500.00	10,500.00	
8.12	Tuberias y Piezas Arrastre	ML	1.00	52,000.00	52,000.00	
8.13	Tuberias y Piezas Agua Potable	Lot	1.00	80,000.00	80,000.00	
8.14	M.O. Plomero	Lot	1.00	40,000.00	40,000.00	
<b>9.0</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					<b>361,897.54</b>
9.1	LUZ CENITAL	26 UND		2,489.72	64,732.72	
9.2	INTERRUPTOR SENCILLO	16 UND		2,421.54	38,744.64	
9.3	INTERRUPTOR DOBLE	6 UND		3,481.47	20,888.82	
9.4	INTERRUPTOR 3 WAYS	4 UND		4,323.10	17,292.40	
9.5	INTERRUPTOR LUZ PILOTO	2 UND		3,308.92	6,617.84	
9.6	PULSADOR DE TIMBRE	2 UND		2,362.74	4,725.48	
9.7	CAMPANA DE TIMBRE	2 UND		2,561.46	5,122.92	
9.8	TOMACORRIENTE 120V	52 UND		2,480.99	129,011.48	
9.9	TOMACORRIENTE 220V	6 UND		2,504.30	15,025.80	
9.10	SALIDA PARA TELEFONO, TV, INT	26 UND		1,726.76	44,895.76	
9.11	SALIDA AIRE ACONDICIONADO	6 UND		1,475.00	8,850.00	
9.12	REGISTRO DE METAL 4"X4"X2"	4 UND		1,497.42	5,989.68	



Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

## 4.2.2 Presupuesto de obra realizada en formaletas

**Tabla 4-3:** Presupuesto de obra realizada en formaletas.

<b>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CASA EN FORMALETAS</b>						
<b>PRESUPUESTO DE OBRAS</b>			<b>Febrero 2022</b>			
<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>UND</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>	<b>Sub-Total (\$)</b>
<b>1.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					<b>100,000.00</b>
1.1	Replanteo l	PA	1.00	75,000.00	75,000.00	
1.2	Prueba de compactacion y rotura prob	PA	1.00	25,000.00	25,000.00	
<b>2.0</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>111,228.00</b>
2.1	Exc. Y Bote Material inservible	m3	105.60	130.00	13,728.00	
2.2	Relleno compactado	m3	70.40	625.00	44,000.00	
2.3	Exc. A Mano	m3	10.00	350.00	3,500.00	
2.4	Bote de Exc.	Pa	1.00	50,000.00	50,000.00	
<b>2.0</b>	<b>HORMIGONES ARMADOS</b>					<b>2,564,988.78</b>
2.1	Platea	M3	16.83	20,450.25	344,177.71	
2.2	Columnas C2	M3	0.05	28,124.48	1,406.22	
2.3	Columnas C1	M3	0.53	26,188.19	13,879.74	
2.4	Muros y Losa 0.1 Mt Ref. con Malla Elect.	M2	242.00	8,931.00	2,161,302.00	
2.5	Vigas VI	M3	1.81	24,432.66	44,223.11	
<b>4.0</b>	<b>TERMINACION DE SUPERFICIES</b>					<b>262,280.80</b>
4.1	Resane Interior para estuco	M2	155.04	612.00	94,884.48	
4.2	Resane Exterior para estuco	M2	82.57	670.00	55,321.90	
4.3	Terminacion interior techo Yeso	M2	112.00	260.00	29,120.00	
4.4	Estuco Interior	M2	155.04	338.00	52,403.52	
4.5	Estuco Exterior	M2	82.57	370.00	30,550.90	
<b>5.0</b>	<b>TERMINACION DE TECHOS</b>					<b>152,787.21</b>
5.1	Fino de Mezcla en Techo plano	M2	105.66	607.50	64,188.45	
5.2	Zabaletas	ML	56.57	268.00	15,160.76	
5.3	Impermeabilizante	M2	110.64	450.00	49,788.00	
5.4	Gotero	ml	25.00	178.00	4,450.00	
5.5	Terminacion Bloques de antepechos	M2	32.00	600.00	19,200.00	
<b>6.0</b>	<b>REVESTIMIENTO DE BAÑOS</b>					<b>72,310.00</b>
6.1	Pisos de Baños en Porcelanato	m2	-	1,923.00	0.00	
6.2	Ceramicas de baño	m2	35.00	2,066.00	72,310.00	

Capítulo 4

<b>7.0</b>	<b>PISOS</b>					<b>988,080.96</b>
7.1	Torta para Pisos	M2	46.00	409.51	18,837.46	
7.2	Pisos en Porcelanato	M2	89.00	1,923.00	171,147.00	
7.3	Pisos en baños	M3	3.75	208,950.00	783,562.50	
7.4	Zocalos en Porcelanato	ML	86.00	169.00	14,534.00	
7.5	Zocalos en exterior	ML	-	330.00	0.00	
<b>8.0</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>					<b>281,486.00</b>
8.1	Inodoros	Uds	1.00	14,000.00	14,000.00	
8.2	Inodoros servicio	Uds	-	7,500.00	0.00	
8.3	lavamanos con mueble	Uds	1.00	25,000.00	25,000.00	
8.4	lavamanos servicio	Uds	1.00	4,500.00	4,500.00	
8.5	Fregadero	Uds	1.00	12,000.00	12,000.00	
8.6	Lavadero	Uds	1.00	2,800.00	2,800.00	
8.7	Calentador	Uds	1.00	24,000.00	24,000.00	
8.8	Piletas tipo bañeras forradas en Ceramicas	Uds	-	15,500.00	0.00	
8.9	Camara Inspeccion de 0.5x0.5x0.90M	Uds	2.00	4,856.00	9,712.00	
8.10	Trampa de grasa de 0.70x0.90x1.00 M	Uds	1.00	6,974.00	6,974.00	
8.11	Salida para aires	Uds	3.00	3,500.00	10,500.00	
8.12	Tuberias y Piezas Arrastre	ML	1.00	52,000.00	52,000.00	
8.13	Tuberias y Piezas Agua Potable	Lot	1.00	80,000.00	80,000.00	
8.14	M.O. Plomero	Lot	1.00	40,000.00	40,000.00	
<b>9.0</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					<b>361,897.54</b>
9.1	LUZ CENITAL	26	UND	2,489.72	64,732.72	
9.2	INTERRUPTOR SENCILLO	16	UND	2,421.54	38,744.64	
9.3	INTERRUPTOR DOBLE	6	UND	3,481.47	20,888.82	
9.4	INTERRUPTOR 3 WAYS	4	UND	4,323.10	17,292.40	
9.5	INTERRUPTOR LUZ PILOTO	2	UND	3,308.92	6,617.84	
9.6	PULSADOR DE TIMBRE	2	UND	2,362.74	4,725.48	
9.7	CAMPANA DE TIMBRE	2	UND	2,561.46	5,122.92	
9.8	TOMACORRIENTE 120V	52	UND	2,480.99	129,011.48	
9.9	TOMACORRIENTE 220V	6	UND	2,504.30	15,025.80	
9.10	SALIDA PARA TELEFONO, TV, INT	26	UND	1,726.76	44,895.76	
9.11	SALIDA AIRE ACONDICIONADO	6	UND	1,475.00	8,850.00	
9.12	REGISTRO DE METAL 4"X4"X2"	4	UND	1,497.42	5,989.68	
<b>10.0</b>	<b>VENTANAS</b>				PA	<b>200,000.00</b>
10.1	Correderas Aluminio y Cristal	P2		475.00	0.00	
10.2	Puertas corred.Aluminio y Cristal	P2		650.00	0.00	
10.3	Mampara de banos	ud		8,000.00	0.00	
10.4	Pasamano escalera	ml	-	5,000.00	0.00	
10.5	Pasamano Balcones	ml	-	5,000.00	0.00	
<b>11.0</b>	<b>PUERTAS</b>				PA	<b>521,000.00</b>
11.1	Puertas de Entrada en Madera Roble	ud	6.00	46,000.00	276,000.00	
11.2	Puertas de Paso madera Roble	ud	4.00	30,000.00	120,000.00	
11.3	Pasamano escalera	ml	-	5,000.00	0.00	
11.4	Herraje	Pa	1.00	125,000.00	125,000.00	



### 4.2.3 Presupuesto de obra realizada en prefabricado

**Tabla 4-4:** Presupuesto de obra realizada en prefabricado.

<b>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CASA EN PREFABRICADA</b>						
<b>PRESUPUESTO DE OBRAS</b>			<b>Febrero 2022</b>			
<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>UND</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>	<b>Sub-Total (\$)</b>
<b>1.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					<b>100,000.00</b>
1.1	Replanteo l	PA	1.00	75,000.00	75,000.00	
1.2	Prueba de compactacion y rotura pro	PA	1.00	25,000.00	25,000.00	
<b>2.0</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>111,228.00</b>
2.1	Exc. Y Bote Material inservible	m3	105.60	130.00	13,728.00	
2.2	Relleno compactado	m3	70.40	625.00	44,000.00	
2.3	Exc. A Mano	m3	10.00	350.00	3,500.00	
2.4	Bote de Exc.	Pa	1.00	50,000.00	50,000.00	
<b>2.0</b>	<b>HORMIGONES ARMADOS</b>					<b>3,512,145.92</b>
2.1	Platea	M3	16.83	20,450.25	344,177.71	
2.2	Columnas C2	M3	0.50	28,124.48	14,062.24	
2.3	Columnas C1	M3	0.53	28,124.48	14,905.97	
2.4	Muros y Losa Prefabricadas	M2	242.00	12,500.00	3,025,000.00	
2.5	Suministro	Und	1.00	30,000.00	30,000.00	
2.6	Colocacion	Und	1.00	84,000.00	84,000.00	
<b>4.0</b>	<b>TERMINACION DE SUPERFICIES</b>					<b>163,448.68</b>
4.1	Resane Interior	M2	155.04	211.00	32,713.44	
4.2	Resane Exterior	M2	82.57	226.00	18,660.82	
4.3	Terminacion interior techo Yeso	M2	112.00	260.00	29,120.00	
4.4	Pañete Interior	M2	155.04	338.00	52,403.52	
4.5	Pañete Exterior	M2	82.57	370.00	30,550.90	
<b>5.0</b>	<b>TERMINACION DE TECHOS</b>					<b>124,499.38</b>
5.1	Fino de Mezcla en Techo plano	M2	105.66	607.00	64,135.62	
5.2	Zabaletas	ML	56.57	186.95	10,575.76	
5.3	Impermeabilizante	M2	110.64	450.00	49,788.00	
<b>6.0</b>	<b>REVESTIMIENTO DE BAÑOS</b>					<b>\$72,310.00</b>
6.1	Pisos de Baños en Porcelanato	m2	0	<b>1,923.00</b>	0	
6.2	Ceramicas de baño	m2	35.00	2,066.00	72,310.00	

Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

<b>7.0</b>	<b>PISOS</b>					<b>1,140,390.50</b>
7.1	Torta para Pisos	M2	45.00	409.51	171,147.00	
7.2	Pisos en Porcelanato	M2	89.00	1,923.00	171,147.00	
7.4	Pisos en baños	M3	3.75	208,950.00	783,562.50	
7.6	Zocalos en Porcelanato	ML	86.00	169.00	14,534.00	
<b>8.0</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>					<b>281,486.00</b>
8.1	Inodoros	Uds	1.00	14,000.00	14,000.00	
8.2	Inodoros servicio	Uds	-	7,500.00	0.00	
8.3	lavamanos con mueble	Uds	1.00	25,000.00	25,000.00	
8.4	lavamanos servicio	Uds	1.00	4,500.00	4,500.00	
8.5	Fregadero	Uds	1.00	12,000.00	12,000.00	
8.6	Lavadero	Uds	1.00	2,800.00	2,800.00	
8.7	Calentador	Uds	1.00	24,000.00	24,000.00	
8.8	Piletas tipo bañeras forradas en Cera	Uds	-	15,500.00	0.00	
8.9	Camara Inspeccion de 0.5x0.5x0.90M	Uds	2.00	4,856.00	9,712.00	
8.10	Trampa de grasa de 0.70x0.90x1.00 M	Uds	1.00	6,974.00	6,974.00	
8.11	Salida para aires	Uds	3.00	3,500.00	10,500.00	
8.12	Tuberias y Piezas Arrastre	ML	1.00	52,000.00	52,000.00	
8.13	Tuberias y Piezas Agua Potable	Lot	1.00	80,000.00	80,000.00	
8.14	M.O. Plomero	Lot	1.00	40,000.00	40,000.00	
<b>9.0</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					<b>361,897.54</b>
9.1	LUZ CENITAL	26 UND		2,489.72	64,732.72	
9.2	INTERRUPTOR SENCILLO	16 UND		2,421.54	38,744.64	
9.3	INTERRUPTOR DOBLE	6 UND		3,481.47	20,888.82	
9.4	INTERRUPTOR 3 WAYS	4 UND		4,323.10	17,292.40	
9.5	INTERRUPTOR LUZ PILOTO	2 UND		3,308.92	6,617.84	
9.6	PULSADOR DE TIMBRE	2 UND		2,362.74	4,725.48	
9.7	CAMPANA DE TIMBRE	2 UND		2,561.46	5,122.92	
9.8	TOMACORRIENTE 120V	52 UND		2,480.99	129,011.48	
9.9	TOMACORRIENTE 220V	6 UND		2,504.30	15,025.80	
9.10	SALIDA PARA TELEFONO, TV, INT	26 UND		1,726.76	44,895.76	
9.11	SALIDA AIRE ACONDICIONADO	6 UND		1,475.00	8,850.00	
9.12	REGISTRO DE METAL 4"X4"X2"	4 UND		1,497.42	5,989.68	
<b>10.0</b>	<b>VENTANAS</b>				PA	<b>200,000.00</b>
10.1	Correderas Aluminio y Cristal	P2		475.00	0.00	
10.2	Puertas corred.Aluminio y Cristal	P2		650.00	0.00	
10.3	Mampara de banos	ud		8,000.00	0.00	
10.4	Pasamano escalera	ml	-	5,000.00	0.00	
10.5	Pasamano Balcones	ml	-	5,000.00	0.00	



Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

### 4.3 Tiempos de ejecución de obra

En la presente sección presentamos los tiempos de ejecución de obra calculados en los cuales se realizaría la construcción de la vivienda unifamiliar para cada uno de los tres métodos constructivos (mampostería, formaletas y prefabricado) tomados en cuenta en el estudio, indicando los tiempos de finalización que tendría la construcción de esta de ser llevada a cabo por métodos diferentes.

#### 4.3.1 Tiempos de ejecución de obra realizada en mampostería.

**Tabla 4-5:** Tiempos de ejecución construcción de vivienda unifamiliar en mampostería.

CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN MAMPOSTERÍA				
No.	Actividad	Actividades	Duración	Predecesor
1	A	Limpieza y Replanteo	5	
2	B	Movimiento de tierras	5	1
3	C	Construcción de platea	12	2
4	D	Muros y columnas	23	3
5	E	Instalaciones eléctricas y sanitarias	15	4
6	F	Construcción losa de techo	14	5
7	G	Curado de losa de techo	7	6
8	H	Desencofrado de losa de techo	2	7
9	I	Fino de techo	5	8
10	J	Terminación de superficies	15	9
11	K	colocación de Pisos, puertas y ventanas	15	10
12	L	Antepechos	5	8
		<b>Total</b>	<b>119</b>	<b>Días</b>
		<b>1 vivienda</b>	<b>5.0</b>	<b>Meses</b>

Fuente: elaboración propia.

La duración del desarrollo de la obra en estudio mediante el método de mampostería tiene una duración de 119 días de los cuales el 57% son ocupados por actividades relacionadas a la obra gris del proyecto. Estas actividades incluyen la confección de elementos estructurales y la terminación de superficie.

### 4.3.2 Tiempos de ejecución de obra realizada en formaletas.

**Tabla 4-6:** Tiempos de ejecución construcción de vivienda unifamiliar en formaletas.

<b>CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORMALETAS</b>				
<b>No.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Actividades</b>	<b>Duración</b>	<b>Predecesor</b>
<b>1</b>	<b>A</b>	Limpieza y Replanteo	5	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>B</b>	Movimiento de tierras	5	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>C</b>	Construcción de platea	12	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>D</b>	Muros y columnas	6	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>E</b>	Instalaciones eléctricas y sanitarias	14	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>F</b>	Construcción losa de techo	6	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>G</b>	Curado de losa de techo	7	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>I</b>	Desencofrado de losa de techo	2	<b>8</b>
<b>9</b>	<b>J</b>	Terminación de superficies	12	<b>9</b>
<b>10</b>	<b>K</b>	Colocación de Pisos, puertas y ventanas	13	<b>10</b>
<b>11</b>	<b>L</b>	Antepechos	5	<b>6</b>
		<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>Días</b>
		<b>1 vivienda</b>	<b>3.7</b>	<b>Meses</b>

Fuente: elaboración propia.

De igual manera el desarrollo de la construcción de este proyecto se desarrollaría en un periodo de 87 días en caso de llevarse a cabo en un formato como lo es el de las formaletas de aluminio el cual permite una reducción significativa en los tiempos de encofrado, armado y vaciado de elementos estructurales.

En esta metodología, la obra gris tiene una reducción en cuanto a la proporción que representa en la duración de la obra de un 14% con respecto a la mampostería. Sin embargo, los tiempos de desarrollo de este tipo de proyecto se pueden ver afectados por la ubicación del proyecto, en términos de calidad de mano de obra y horas de trabajo totales por temas de ruido producido durante su ejecución.

Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

### 4.3.3 Tiempos de ejecución de obra realizada en prefabricado.

**Tabla 4-7:** Tiempos de ejecución construcción de vivienda unifamiliar en prefabricado.

<b>CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR PREFABRICADA</b>				
<b>No.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Actividades</b>	<b>Duración</b>	<b>Predecesor</b>
<b>1</b>	<b>A</b>	Limpieza y Replanteo	<b>5</b>	
<b>2</b>	<b>B</b>	Movimiento de tierras	5	1
<b>3</b>	<b>C</b>	Construcción de platea	12	2
<b>4</b>	<b>D</b>	Muros y columnas	8	3
<b>5</b>	<b>E</b>	Instalaciones eléctricas y sanitarias	15	3
<b>6</b>	<b>F</b>	Construcción losa de techo	3	4
<b>7</b>	<b>G</b>	Curado de losa de techo	2	6
<b>8</b>	<b>H</b>	Fino de techo.	1	7
<b>9</b>	<b>J</b>	Terminación de superficies	10	6
<b>10</b>	<b>K</b>	Colocación de Pisos, puertas y ventanas	15	9
<b>11</b>	<b>L</b>	Antepechos	5	7
		<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>Días</b>
		<b>1 vivienda</b>	<b>3.4</b>	<b>Meses</b>

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, en el caso de la construcción prefabricada se tiene una reducción aún más significativa con los tiempos de ejecución gracias al hecho de poder desarrollar parte de los elementos estructurales en una planta industrial sin interrumpir los tiempos de duración de la obra. En este método se construyen las losas en una planta industrial y luego son transportadas e izadas y colocadas en obras en periodos de tiempos relativamente cortos.

## **4.4 Análisis comparativo de métodos constructivos**

En la presente sección de nuestro estudio realizamos los correspondientes análisis comparativos de los métodos constructivos de mampostería, formaleta y prefabricado para la construcción de la vivienda unifamiliar presentada anteriormente, basándonos en toda la información que hemos levantado y confeccionado durante nuestra investigación.

Estos análisis se dividieron en un análisis técnico y cualitativo, donde se exponen condiciones técnicas inherentes a los métodos y su utilización en la práctica profesional en nuestro país; y un análisis económico y de tiempo de entrega, donde se comparan los datos cuantitativos de dinero y tiempo referente a los mismos. Los análisis presentados en esta sección son la base mediante el cual pasaremos a la posterior formulación de conclusiones de nuestro estudio.

### **4.4.1 Análisis comparativo técnico y cualitativo**

A continuación, presentamos un cuadro comparativo sobre las condiciones técnicas y cualitativas de los tres métodos constructivos comparados en el estudio que, basados en nuestra investigación de fuentes primarias y secundarias, consideramos de mayor relevancia para ser tomadas en consideración a la hora de tomar decisiones sobre la elección de un método constructivo para el desarrollo de proyectos de construcción.

La influencia que tendrán los factores expuestos en un proyecto de construcción son variables en función de las características y necesidades que se tengan en cada proyecto en particular. Este listado servirá como una manera rápida de evaluar las posibles ventajas y desventajas que un método presente con respecto a otro. Podremos ver de una manera rápida y no muy profunda los beneficios cualitativos que presentan con respecto a temas como seguridad, ambiente y calidad los cuales son temas claves para la construcción sostenible.

Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

**Tabla 4-8:** Comparación de factores técnicos y cualitativos de métodos constructivos.

Factores considerados	Métodos Constructivos		
	Método de mampostería	Método de Formaletas	Método Prefabricado
<b>Costo</b>	Este tipo de construcción presenta facilidades en los gastos de construcción por tener un flujo de caja más amplio con desembolsos menores. Por lo que se puede trabajar con cantidades parciales del monto total de la obra.	Este método al ser un sistema de construcción avanzada de grandes volúmenes requiere grandes gastos en intervalos de tiempos más pequeños. Sus gastos pueden variar dependiendo si el equipo es propio o alquilado	Al ser un método de construcción en serie que requiere grandes volúmenes de construcción para su aplicación, requiere de igual manera grandes desembolsos en periodos de tiempo bastante cerrados. Sus costos se reducen debido a que a mayor volumen de producción el valor de los alquileres de equipos se reduce.
<b>Tiempo</b>	Los tiempos de entrega de este tipo de edificaciones al ser los menos industrializados en obra, son los más extensos con periodos que varían según el tiempo de entrega y el capital del que se dispone.	La construcción en formaletas presenta tiempos de entrega más rápido al ser un método de construcción acelerada, donde se usan aditivos en el concreto para poder realizar vaciados y desencofrados en tiempos bastante cortos.	En la construcción prefabricada los tiempos de entrega son bastante rápidos debido a que la obra gris solo debe pasar por una etapa de transporte y colocación de elementos estructurales que ya han sido fabricados en una planta industrial.
<b>Ambiente</b>	Este método de construcción presenta gran impacto al ambiente por los desperdicios de agua, polvo de cemento y las bolsas de cemento de casi siempre son dispuestas en el lugar de trabajo	En la construcción por formaletas al trabajar con hormigón industrial se presentan menos desperdicios e impactos al ambiente por el uso de materiales de construcción en obra	El impacto al ambiente en este tipo de construcción se ve reducido sustancialmente debido a que el proceso de construcción de los elementos de obra gris es efectuado fuera del lugar de construcción.
<b>Seguridad en obra</b>	Los estándares de seguridad deben ser muy rigurosos debido al traslado de materiales de construcción a diferentes niveles, la carpintería, trabajo en las alturas y la deposición de escombros.	La seguridad en este tipo de obra por el hecho de trabajar en las alturas y con moldes de aluminio de peso considerable deber ser bastante minuciosa.	Debido al uso de equipos pesados como grúas y elementos prefabricados de bastante peso, tienden a llevar más supervisión en la colocación de dichos elementos.

Factores considerados	Métodos Constructivos		
	Método de mampostería	Método de Formaletas	Método Prefabricado
<b>Localización</b>	Este tipo de construcción pueden ser aplicada en cualquier lugar. Aunque la ubicación, en algunos casos, puede aumentar los costos de construcción por temas de acarreo si se encuentra alejada de las fábricas de blocks.	No puede ser aplicada en cualquier zona ya que su ejecución presenta grandes niveles de ruido y puede tener limitaciones horarias y de mano de obra especializada que pueden afectar la rentabilidad de la misma.	Presenta limitaciones en zonas donde la grúa, que es la que coloca las piezas prefabricadas, no pueda maniobrar.
<b>Estructural</b>	Es un método ampliamente conocido y aceptado en el tema estructural en los diferentes códigos y normas de construcción	Este ha ganado gran auge y aceptación al punto de volverse la segunda opción más viable y segura a los métodos tradicionales.	Esta metodología de construcción es casi desconocida para fines de aplicación para la mayoría de los ingenieros estructurales en la región.
<b>Calidad</b>	La calidad en este tipo de construcción depende mucho de una supervisión continua para garantizar la misma. Igualmente, de los materiales de construcción a utilizarse.	El uso de hormigón industrial y moldes metálicos garantizan la calidad y minimizan los desperdicios en la obra. La calidad de las terminaciones depende mucho de la condición de los moldes.	Al llevarse a cabo en una planta industrial, este pasa por un proceso riguroso de altos estándares de calidad
<b>Mano de Obra</b>	No requiere de mano de obra muy especializada.	Requiere de mano de obra más capacitada en grandes cantidades.	Requiere de un personal mínimo, debido a que es un proceso parcialmente industrializado y la colocación se realiza con equipos.

Fuente: elaboración propia.

Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

#### 4.4.2 Análisis comparativo Económico y de tiempos de entrega

En esta sección presentamos la comparación económica y de tiempos de ejecución de los tres métodos constructivos analizados. La relación costo-tiempo de la obra es, sin duda alguna, el principal factor que se utiliza para la toma de decisiones en las obras de construcción. Cabe destacar que en esta sección solo se comparan los datos para la construcción de una unidad de vivienda unifamiliar, la construcción en serie de varias unidades de esta tendría diferentes efectos en estos parámetros que exploraremos en la siguiente sección.

A nivel de costos para la construcción de la vivienda unifamiliar planteada, el método constructivo que presenta un menor costo total es el método tradicional de mampostería (RD\$ 6,010,270.12) con una diferencia de RD\$ 2,668,432.82 respecto al método de construcción prefabricada (RD\$ 8,678,702.94). Esto significa, que la construcción por el método prefabricado de la vivienda representa un incremento de un 44 % del total del presupuesto de construcción de esta si esta se lleva a cabo en mampostería.

**Tabla 4-9:** Comparación de costos y tiempos de entrega.

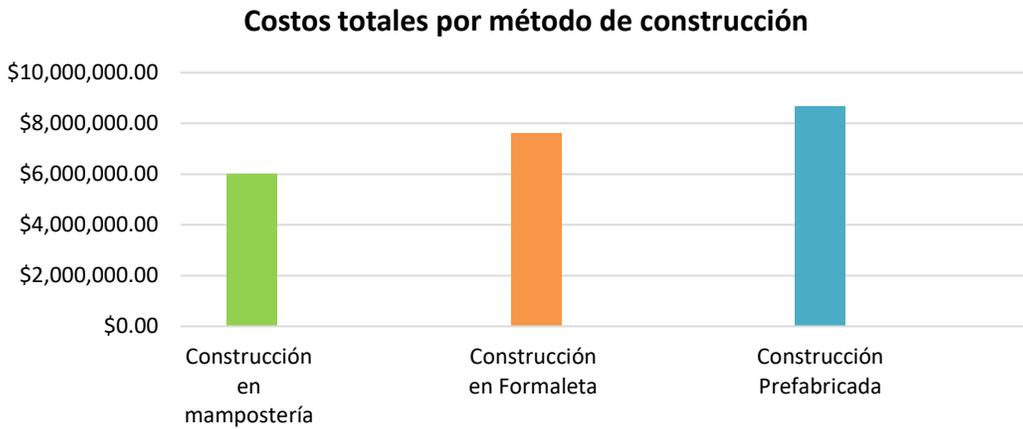
Factores	Métodos Constructivos		
	Construcción en mampostería	Construcción en Formaletas	Construcción Prefabricada
Costos totales (RD\$)	\$6,010,270.12	\$7,608,403.51	\$8,678,702.94
Tiempos de entrega	119 días	87 días	81 días

Fuente: elaboración propia.

En el mismo plano podemos observar que el método de construcción por formaletas (RD\$ 7,608,403.51) resulta un intermedio económico frente a las alternativas planteadas. Este método presenta un incremento total de costos de RD\$1,598,133.39 con respecto a la Mampostería que equivale a un 27%, sin embargo, resulta un 14% más económica que la construcción prefabricada presentando tiempos de entrega con diferencias relativamente cercanos. Para la selección de una metodología con respecto a otra tendrá mucha relevancia no solo los costos, sino que también los

tiempos de entrega. Se pueden presentar casos puntuales donde una reducción de varios días implica grandes pérdidas económicas para un cliente por lo que se puede priorizar el tiempo.

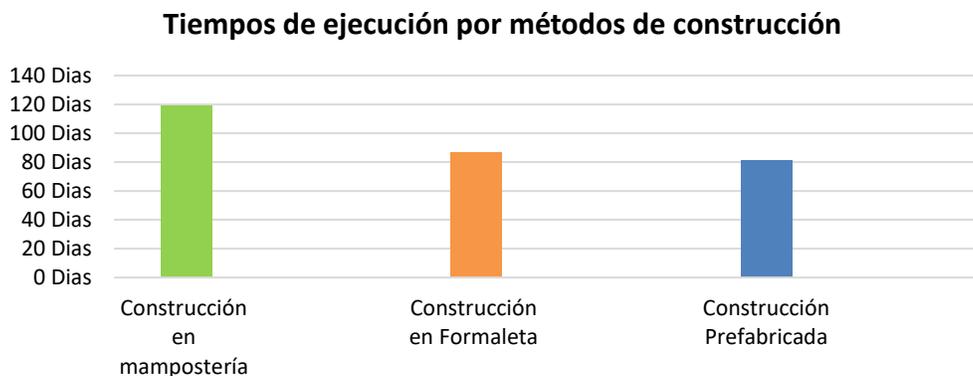
**Figura 4-26:** Gráfico de comparación de costos por método de construcción.



Fuente: elaboración propia.

En términos de tiempos de ejecución de la obra, la construcción de la vivienda en mampostería con un tiempo de ejecución total de 119 días tendría una duración de 38 días más que el método de construcción más corta que sería el método prefabricado (81 días) y de 32 días más que si se lleva a cabo el método de construcción por formaletas (87 días). La diferencia de tiempos de ejecución entre el uso del método prefabricado y el de formaletas resulta muy mínima, teniendo el uso del método de formaletas 6 días adicionales de construcción.

**Figura 4-27:** Gráfico de comparación de tiempos de ejecución por método de construcción.



Fuente: elaboración propia.

Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

### 4.4.3 Punto de equilibrio por método constructivo de viviendas

La selección de un método constructivo puede afectar los tiempos y los costos sustancialmente de una obra si no se elige el adecuado acorde a la necesidad del cliente. Aunque en una evaluación individual un método presente un tiempo de entrega o menor costo con respecto a otro, esto no necesariamente sea el caso cuando se presenten proyectos de grandes volúmenes y periodos de entrega a corto plazo

. En el caso de la mampostería, este tiende a ser el método que presenta menos costo y también el que toma más tiempo, por lo que en proyectos de pocos volúmenes de construcción y periodos de entrega entre mediano y largo plazo puede ser la solución ideal. Cuando se habla de construcciones de más de 500 viviendas con periodos de entrega no mayor a un año, entonces se recomienda el uso de métodos de construcción avanzada como el tratado en el presente trabajo.

Los grandes volúmenes de trabajo van a garantizar al método reducciones significativas en los costos de producción debido a que le permitirán al contratista realizar una serie de inversiones en equipo que pueden minimizar los costos de obra gris de un 20 a un 35%. Cuando se tienen de 250 viviendas o más el contratista puede optar por comprar un equipo de formaletas.

**Tabla 4-10:** Punto de equilibrio por método.

<b>Comparación por métodos constructivos</b>			
<b>Factores Considerados</b>	<b>Construcción mampostería</b>	<b>Construcción Formaleta</b>	<b>Construcción Prefabricada</b>
<b>Costo (RD\$)</b>	<b>\$6,010,270.12</b>	<b>\$7,608,403.51</b>	<b>\$8,678,702.94</b>
<b>Costo con Propiedad de equipos</b>	N/A	<b>\$7,437,067.51</b>	<b>\$7,958,752.94</b>
<b>Observación</b>		Costo de M <sup>2</sup> de formaleta se reduce 33% en caso de que las formaletas sean propias	Costo de producción por elemento prefabricado disminuye hasta en 20% en caso de poseer grúa propia o Alquileres por más de un año

Fuente: elaboración propia. Valores obtenidos de la reducción proporcional en el presupuesto con respecto a la adquisición de equipos.

## 5. Conclusiones

Según lo analizado en la presente investigación se han encontrado las siguientes conclusiones:

La aplicación del método de construcción prefabricado en hormigón para la construcción de viviendas tiene un costo más elevado que los métodos tradicionales, debido a la utilización de equipos pesados como patanas y grúas para el transporte y la colocación de los elementos estructurales que reducen la mano de obra en el proyecto, pero aumentan su costo. La realización de la construcción mediante este método industrializado reduce el margen de error humano en el proceso de construcción, gracias a esto se tienen menos desperdicios y menos atrasos que ocurren con cierta frecuencia en el proceso constructivo, manteniendo el nivel de calidad de la obra terminada.

Con relación al tiempo de ejecución de obra, este método al ser un proceso de construcción avanzada en el cual algunos de sus elementos estructurales se fabrican de manera paralela a otras actividades de la ruta crítica permite obtener ahorros de tiempos considerables tales como los obtenidos en la presente investigación que fueron de 38 días de trabajo. Esto provoca una disminución de casi dos meses del periodo de entrega, la cual tiene un impacto positivo en los costos indirectos de la obra.

La rentabilidad de la aplicación del método en la ciudad de Santiago depende de los volúmenes y tiempos de entrega especificados en el proyecto, esto debido a que la prefabricación es un método que solamente es rentable para grandes volúmenes de construcción. En teoría deben rondar 300 viviendas para que los costos de los equipos pesados no encarezcan los costos de construcción. Debido al volumen necesario este tipo de construcción sería más recomendado para la construcción de apartamentos que de viviendas unifamiliares.

Las limitaciones encontradas en el presente estudio radican por lo tanto en las cantidades a ser construidas, los tiempos de entrega, tipo de edificación y los espacios en el área de la construcción para la movilidad de los equipos pesados en el proceso de la colocación de los elementos prefabricados. La presente investigación como se ha mencionado presenta limitaciones que provocaron inexactitud en algunos valores los cuales en futuras investigaciones pueden ser

Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

mejorados realizando la comparación de cada uno de los métodos en la construcción de un bloque de apartamentos en el cual se dispongan de cada uno de los planos. De igual manera, se recomienda resolver algunas variables como por ejemplo que tanto impactaría positivamente el costo de construcción prefabricado si la empresa dispone de su propia grúa y de una mayor cantidad de moldes para aumentar los volúmenes de producción.

En síntesis, la aplicación de la construcción prefabricada en la ciudad de Santiago aun cuenta con muchas limitaciones para su llevarse a cabo a gran escala desde un punto de vista económico. Sin embargo, desde un punto de vista ambiental, de seguridad, calidad y de tiempo de ejecución este método presenta un margen de mejora respecto a los métodos tradicionales.

# Referencias bibliográficas

Díaz, D. (2003). Estudio sobre Sistemas constructivos prefabricados aplicables a la construcción de Guatemala. [Tesis de grado, Universidad Francisco Marroquín].

Wadel, G. (2009). La Sostenibilidad en la arquitectura industrializada: la construcción modular ligera aplicada a la vivienda. [Tesis de doctorado, Universitat Politècnica de Catalunya].

García, E. (2013). Estudio-Diagnóstico sobre las posibilidades de desarrollo de una edificación residencial industrializada dirigida a satisfacer las necesidades de vivienda pública y muy especialmente en alquiler en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco.

Ropero, D., Comas A. (2013). Construcción Modular de Vivienda y Arquitectura.

Novas, J. (2010). Sistemas constructivos prefabricados aplicables a la construcción de edificaciones en países en desarrollo. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid].

Salas, J. (1980). Edificios para la industria en la revolución industrial. Informes de la Construcción

Flores, C., Mamani E., Vargas, L. (2010). Análisis De Implementación De Prefabricados Y El Uso De Herramientas Modernas Como El Bim Y Lean Construction Para Viviendas Destinadas Al Sector Socioeconómico “C” En La Ciudad De Juliaca”. [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

Parra, J. J. (2018). Propuesta De Un Sistema Constructivo Para Vivienda Social Para Las Zonas Andinas De Colombia. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Cataluña].

Sánchez, A. C. (2020). Estudio de la implementación de losas prefabricadas en la construcción de entresijos para la obra Floresta VI. [Tesis de grado, Universidad de Piura].

Análisis comparativo de la aplicación del sistema de construcción prefabricada en la construcción de viviendas en la ciudad de Santiago, República Dominicana.

Sergio Molina, Jorge Luis Epitia, & Oscar Andres Capera. (2018). La Arquitectura Y Construcción Modular Evaluada Desde El Triángulo De La Triple Restricción Y Aplicada Al Sector Educativo En Colombia. [Tesis de maestría, Universidad Católica de Colombia].

Vidal, A. L. (2015). La construcción en prefabricados: Una historia por escribir. Noticreto, 4.

Lawson, M., Ogden, R., & Goodier, C. (2014). Design in modular construction. Taylor & Francis Group.

Veiskarami, M. (2020). Modular construction, an overview on its potential advantages and constraints in the project management perspective. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Cataluña].

Ayala, M. (6 de septiembre de 2021). Método comparativo. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/metodo-comparativo/>

Argos, C. (diciembre de 2019). [www.360enconcreto.com](http://www.360enconcreto.com). Obtenido de [www.360enconcreto.com](https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/prefabricacion-de-viviendas-en-concreto): <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/prefabricacion-de-viviendas-en-concreto>

BECOSAN. (junio de 2019). <https://www.becosan.com/>. Obtenido de <https://www.becosan.com/>: <https://www.becosan.com/es/concreto-prefabricado/>

FENARQ. (agosto de 2021). [www.fenarq.com](http://www.fenarq.com). Obtenido de [www.fenarq.com](http://www.fenarq.com): <https://www.fenarq.com/2021/08/concreto-prefabricado.html>

# Anexos

## 1. Cotización de Vigas prefabricadas para la estimación de muros y losas en el proyecto.



**HOYO DE LIMA INDUSTRIAL, S.A.**  
RNC 1-02-00196-2 RM.: 02891-2005-STI

COTIZACION: PROFORMA

9/6/21

CLIENTE : 01-8999 HAGECO  
TELEFONO : 809-545-9979  
CONTACTO: JOSE HERNANDEZ  
DIRECCION OBRA: AVE. JUN PABLO DUARTE ESQUINA ESTRELLA SADHALA, SANTIAGO

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO	SUBTOTAL	ITBIS	IMPORTE
40,000	M2	VIGUETAS DOBLE "T" 32"	3,920.00	156,800,000.00		156,800,000.00
1	UD	TRANSPORTE VIGUETA DT HASTA 13 MT	12,000.00	12,000.00		12,000.00
1	UD	TRANSPORTE VIGUETA DT 13.01 HASTA 17 M	18,000.00	18,000.00		18,000.00
1	UD	M.O. INSTALACION VIGUETAS	6,000.00	6,000.00		6,000.00

# Análisis comparativo de la aplicación del siste...

Por: Bueno y Herrera

A partir de: 6 ago 2022 11:21:15  
12,674 words - 172 matches - 69 sources

Índice de similitud

25%

Modo: Informe de resumen 

## fuentes:

704 words / 6% - Internet de 13-abr-2022 12:00a. m.  
[www.fenarq.com](http://www.fenarq.com)

292 words / 2% - Internet de 20-oct-2021 12:00a. m.  
[icconstructora.co](http://icconstructora.co)

210 words / 2% - Crossref  
[Alejandra Medina Lozano, Leticia Velarde Peña. "El análisis comparativo de la aplicación del sistema dual de aprendizaje en Universidades en Canadá con respecto al Instituto Tecnológico Superior de Puerto Vallarta para el desarrollo de habilidades de competitividad", EDUTECH REVIEW. International Education Technologies Review / Revista Internacional de Tecnologías Educativas, 2014](#)

145 words / 1% - Internet  
[Lantigua de la Cruz, Sayruvy. "Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda", 'Universitat Politecnica de Valencia', 2015](#)

169 words / 1% - Internet de 20-jul-2021 12:00a. m.  
[www.becosan.com](http://www.becosan.com)

157 words / 1% - Internet de 14-dic-2020 12:00a. m.  
[es.slideshare.net](http://es.slideshare.net)

96 words / 1% - Internet de 02-abr-2021 12:00a. m.  
[investigare.pucmm.edu.do](http://investigare.pucmm.edu.do)

128 words / 1% - Internet de 11-jul-2021 12:00a. m.  
[docplayer.es](http://docplayer.es)

105 words / 1% - Internet de 06-oct-2013 12:00a. m.  
[eraikal.blog.euskadi.net](http://eraikal.blog.euskadi.net)



Completion Date 18-Jul-2022  
Expiration Date 17-Jul-2024  
Record ID 49864670

This is to certify that:

**Alejandra Bueno**

Has completed the following CITI Program course:

Not valid for renewal of certification through CME.

**Human Subject Research Spanish**

(Curriculum Group)

**Curso de Ética en la Investigación para Estudiantes**

(Course Learner Group)

**1 - Basic Course**

(Stage)

Under requirements set by:

**Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (Santiago- República Dominicana)**

**CITI**  
Collaborative Institutional Training Initiative

Verify at [www.citiprogram.org/verify/?wb25ba704-0acf-49a5-a03f-49262f8f8f03-49864670](http://www.citiprogram.org/verify/?wb25ba704-0acf-49a5-a03f-49262f8f8f03-49864670)



Completion Date 26-Jul-2022  
Expiration Date 25-Jul-2024  
Record ID 49864734

This is to certify that:

**Jose Herrera**

Has completed the following Citi Program course:

Not valid for renewal of certification through CME.

**Human Subject Research Spanish**

(Curriculum Group)

**Curso de Ética en la Investigación para Estudiantes**

(Course Learner Group)

**1 - Basic Course**

(Stage)

Under requirements set by:

**Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (Santiago- República Dominicana)**

**CITI**  
Collaborative Institutional Training Initiative

Verify at [www.citiprogram.org/verify/?w8ec511a1-f68e-4053-b0dd-87962f9c21a0-49864734](http://www.citiprogram.org/verify/?w8ec511a1-f68e-4053-b0dd-87962f9c21a0-49864734)