

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL UTILIZANDO EL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN EN SECO STEEL FRAMING POR MEDIO DE UNA COMPARACIÓN CON EL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL DE MAMPOSTERÍA CONFINADA.

Investigadores:

**ANÍBAL EDUARDO RODRÍGUEZ DÍAZ
RAMIRO ANDRÉS VERGARA PÁJARO**

Trabajo de grado para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Línea de investigación:

GERENCIA DE PROYECTOS

Investigador y director:

ING. JORGE LUIS ÁLVAREZ CARRASCAL

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
CARTAGENA D., T. Y C. – BOLÍVAR**

2019

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS
DE INTERÉS SOCIAL UTILIZANDO EL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN EN
SECO STEEL FRAMING POR MEDIO DE UNA COMPARACIÓN CON EL
SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL DE MAMPOSTERÍA
CONFINADA.**

**TRABAJO DE GRADO PARA OBTAR POR EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

**INVESTIGADORES:
ANÍBAL EDUARDO RODRÍGUEZ DÍAZ
RAMIRO ANDRÉS VERGARA PÁJARO**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
CARTAGENA D., T. Y C. – BOLÍVAR**

2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del director
JORGE ÁLVAREZ CARRASCAL

Firma del jurado
ESTEBAN PUELLO

Firma del jurado
FEDERICO VEGA

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
1. MARCO REFERENCIAL	13
1.1. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE	13
1.2. MARCO TEÓRICO	17
1.2.1. <i>Costos</i>	17
1.2.2. <i>Programación de obras civiles</i>	18
1.2.3. <i>Control de obra</i>	19
1.2.4. <i>Estudio de Factibilidad</i>	19
1.2.5. <i>Viviendas de interés social (VIS)</i>	20
1.2.6. <i>Steel Framing.</i>	21
2. OBJETIVOS.....	26
2.1. OBJETIVO GENERAL	26
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
3. ALCANCE.....	27
4. METODOLOGÍA	30
4.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	30
4.2. CLASIFICACION DE INFORMACIÓN.....	31
4.3. PROCESAMIENTO DE DATOS	31
4.4. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA DE COSTOS Y ESTIMACIÓN DE DURACIONES DE OBRA	32
4.5. ESTIMACIÓN DE COSTOS INDIRECTOS	33
4.6. ANÁLISIS FINANCIERO	33
4.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
5. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO DE ESTUDIO.....	34
5.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO	34
5.2. DISEÑO ARQUITECTÓNICO VIVIENDAS	34
5.3. DISEÑOS ESTRUCTURALES	38
5.3.1. <i>Sistema de mampostería reforzada</i>	39
5.3.2. <i>Sistema Steel Framing</i>	41
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
6.1. COSTOS DIRECTOS	57
6.1.1. <i>Estructura</i>	60
6.1.2. <i>Mampostería/Steel Framing</i>	63
6.1.3. <i>Arquitectónico</i>	68
6.2. CRONOGRAMA DE OBRA	68
6.3. COSTOS INDIRECTOS	70
6.4. RESULTADOS	75
6.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS STEEL FRAMING.....	78
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
8. ANEXOS.....	83
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
	110

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Componentes de una vivienda construida con Steel Framing. Fuente: Steel Framing arquitectura, “Alacero”.	23
Ilustración 2. Vista satelital del proyecto Ciudad Bicentenario y delimitación de la manzana 72 dentro del proyecto.	27
Ilustración 3. Delimitación de la manzana 72 en el macro proyecto Ciudad Bicentenario.	28
Ilustración 4. Plano arquitectónico. primer piso.	35
Ilustración 5. Plano arquitectónico segundo piso.	36
Ilustración 6. Plano arquitectónico cubierta.	37
Ilustración 7. Corte A-A	38
Ilustración 8. Corte viga de cimentación.	39
Ilustración 9. Corte viga de cimentación.	40
Ilustración 10. Detalle corte transversal perfiles estructurales	42
Ilustración 11. Medidas lateral derecho vivienda.	43
Ilustración 12. Área aferentes cubierta y entrepiso	44
Ilustración 13. Perfil lateral derecho de la vivienda.	45
Ilustración 14. Vista 3D estructura sistema Steel Framing	48
Ilustración 15. Vista frontal sistema SF.	49
Ilustración 16. Vista derecha SF.	49
Ilustración 17. Vista izquierda SF.	50
Ilustración 18. Vista trasera SF.	50
Ilustración 19. Estructura entrepiso SF.	51
Ilustración 20. Cubierta vivienda SF.	51
Ilustración 21. Corte de muro Steel Framing	53
Ilustración 22. Corte de muro mampostería estructural.	54
Ilustración 23. Corte entrepiso sistema Steel Framing.	54
Ilustración 24. Corte entrepiso mampostería reforzada.	55
Ilustración 25. Detalle refuerzo superior.	55
Ilustración 26. Detalle refuerzo inferior	56
Ilustración 27. APU revestimiento entrepiso.	68
<i>Ilustración 28. Distribución de costos Steel Framing.</i>	77
Ilustración 29. Distribución de costos Mampostería reforzada.	77

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones generales estructurales.....	41
Tabla 2. Características perfiles estructurales	42
Tabla 3. Cargas muertas.	43
Tabla 4. Cargas por m2 de elementos estructurales.	44
Tabla 5. Carga por metro lineal de cubierta y entrepisos.	45
Tabla 6. Cálculo de cargas muertas totales en muros.....	46
Tabla 7. Cálculo de cargas vivas.	46
Tabla 8. Cargas totales en muros.....	46
Tabla 9. Detalles de comparación.....	52
Tabla 10. Cuadro de refuerzos.....	56
Tabla 11. Costos mano de obra personal administrativo.....	57
Tabla 12. Costos mano de obra personal operativo.....	58
Tabla 13. Calculo de valor hora efectiva calendario.	59
Tabla 14. Cuadro comparativo costos directos.....	60
Tabla 15. APU viga cimentación 0.3 x 0.3.....	61
Tabla 16. APU. viga de cimentación 0.25 x 0,2.....	61
Tabla 17. APU viga de cimentación 0.3 x 0.3 patio.....	62
Tabla 18. APU viga de cimentación 0.25 x 0.2 patio.....	62
<i>Tabla 19. Placa entrepiso mampostería.....</i>	<i>63</i>
Tabla 20. Cotizaciones materiales para estructura en Steel Framing.....	64
Tabla 21. Cotización mano de obras sistema Steel Framing.....	64
Tabla 22. Calculo costo m2. Fuente: Propia.....	65
Tabla 23. APU estructura SF muro.	65
Tabla 24. APU estructura SF cubierta.	66
Tabla 25. APU estructura SF entrepiso.	66
Tabla 26. APU revestimiento muros exteriores.....	67
Tabla 27. APU Revestimiento muro interior.....	67
Tabla 28. Comparación cronograma de obras.	69
Tabla 29. Análisis de precios indirectos mampostería.	71
Tabla 30. Análisis de costos indirectos Steel Framing.....	72
Tabla 31. % costos indirectos para cada sistema.....	74
Tabla 32. Comparación costos indirectos.....	75
Tabla 33. Comparación costos totales.....	76
Tabla 34. Comparación características de los sistemas constructivos.....	80

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Calculo de prestaciones sociales.	83
Anexo 2. Presupuesto de viviendas en mampostería reforzada y Steel Framing.	84
Anexo 3. Análisis de precios unitarios.	88
Anexo 4. Cronograma de obras mampostería reforzada.	107
Anexo 5. Cronograma de obras Steel Framing.....	109

RESUMEN

El objeto de esta investigación fue realizar un estudio de factibilidad al sistema constructivo Steel Framing con el fin de que se considere como una solución competente para la construcción de viviendas de interés social. Esta investigación se desarrolló realizando una comparación en costos y tiempos de construcción del sistema Steel Framing con los del sistema de mampostería reforzada usada tradicionalmente para la construcción de este tipo de proyectos. Esta comparación se realizó usando como referencia las viviendas de la manzana 72 del macro proyecto de viviendas de interés social Ciudad Bicentenario en la ciudad Cartagena de Indias construidas en mampostería reforzada, la información correspondiente estas fueron brindadas por el director de interventoría en este proyecto. Asimismo, se actualizó la estructura de costos directos e indirectos, junto con el cronograma de obras correspondientes al sistema Steel Framing, para realizar la comparación. Como resultado se obtuvo que realizar estas viviendas genera una diferencia en los costos directos del 23,6%, tomando como base los costos de mampostería reforzada. En cuanto a costos indirectos, se generó una reducción del 8,2%. Al calcular el valor total de las viviendas se evidenció que construir en Steel Framing es 19,3% más costoso que construir en mampostería reforzada. Respecto a tiempos de obra, el Steel Framing genera una reducción del 32% del tiempo de ejecución del proyecto. Se concluye que no es factible construir viviendas de interés social con este sistema, debido a que el factor económico prima sobre la duración de la obra al momento de llevar a cabo la realización de proyectos de vivienda de interés social.

ABSTRACT

The objective of study of this research was to develop a feasibility study on the Steel Framing construction system in order to be considered as a competent solution for the construction of social interest housing. This research was carried out by comparing the costs and construction times of the of the Steel Framing system against those of the reinforced masonry system traditionally used for the construction of this type of projects. This comparison was made using as reference the houses of block 72 of the macro project of housing of social interest Ciudad Bicentenario in the city Cartagena de Indias built in reinforced masonry, the corresponding information was provided by the director of supervision in this project. Likewise, the structure of direct and indirect costs was updated, together with the schedule of works corresponding to the Steel Framing system, to make the comparison. As a result, it was obtained that building these homes generates an increase in direct costs of 23,6%, based on reinforced masonry costs. In indirect costs a reduction of 8,2% was generated. When the total value of the houses was calculated, it was obtained that building in Steel Framing is 19,3% more expensive than build in reinforced masonry. In terms of construction times, Steel Framing provides a 32% reduction in project execution time. It is concluded that it is not feasible to build social interest housing with this system, because the economic factor prevails over the time factor at the time of carrying out social interest housing projects.

INTRODUCCIÓN

En un mundo activo y globalizado, es menester la implementación de sistemas eficientes de construcción, con el fin de mejorar el rendimiento y optimizar recursos al momento de urbanizar, además por medio del uso de estos sistemas mitigar la demanda mundial de vivienda de una manera rápida y eficaz. Es aquí donde los sistemas prefabricados han encontrado su lugar en la construcción de viviendas, cambiando los estereotipos de construcción tradicional de mampostería reforzada, confinada y artesanal que generan mucho desperdicio y mayores tiempos de construcción en comparación con sistemas industrializados.

Actualmente, en los países británicos y europeos el uso del acero galvanizado de bajo espesor se ha venido implementando como una solución eficaz para la construcción de edificios de baja y media altura. “A pesar de que el sector de la construcción avanza rápidamente, y la demanda de los distintos materiales se diversifica, el acero continúa siendo, dentro de los materiales de construcción, el más utilizado”. (Sarmanho & Moraes, 2007) El uso del sistema Light Steel Framing (LSF) es la muestra de esto. Este sistema constructivo consiste en una estructura resistente que está compuesta por perfiles de acero estructural galvanizado de muy bajo espesor, junto a una cantidad de componentes o sub-sistemas funcionando como un conjunto, con el cual se han encontrado ventajas como una gran flexibilidad en el diseño, luces amplias, poco peso propio, una mejor velocidad de construcción frente a otros sistemas, capacidad de adaptarse a cualquier territorio, entre otras. (José Luis Lamus Rodríguez, 2015)

La utilización de esta tecnología “Steel Framing” para la construcción de viviendas y pequeñas edificaciones en Latinoamérica y el caribe han aumentado de manera significativa, debido a que países como Brasil y Chile cuentan con un “manual de ingeniería” del Instituto Latinoamericano del Fierro y Acero para su aplicación (Masciottra Marina, Ganem, & Bauret, 2002)

Sin embargo, la insuficiencia de viviendas apropiadas y la vulnerabilidad del hábitat, son reflejo de la complicada situación económica y social que vive buena parte de la población

de América Latina y el Caribe, a la cual Colombia siendo un país subdesarrollado no es indiferente. Teniendo en cuenta lo anterior, el gobierno colombiano ha establecido objetivos vinculados con la ejecución de programas y estrategias que faciliten la adquisición de vivienda propia, de esta manera es como la política pública de vivienda de interés social busca beneficiar a los hogares que están en condiciones de pobreza. (José Luis Lamus Rodríguez, 2015)

Por otro lado, este tipo de proyectos ingenieriles no resultan muy atractivos para los constructores, puesto que, debido a las especificaciones técnicas y a la forma cómo se ejecutan estos proyectos habitualmente, no se generan grandes utilidades. No obstante, como afirma Lamus Rodríguez (2015) “el gobierno colombiano ha implementado políticas de vivienda con la finalidad de resolver el déficit habitacional en que se encuentra sumido el país, generando un aumento sustancial en los últimos años en la construcción de proyectos de interés social”. Conforme a la anterior afirmación, en este trabajo investigativo se llevó a cabo un estudio de factibilidad para la construcción de viviendas de interés social utilizando el sistema de construcción en seco Steel Framing, evaluando de manera detallada el sistema constructivo, con la finalidad de determinar si la utilización de este sistema es beneficioso para las constructoras, debido a que es muy poco conocido y usado en Colombia, en especial en las viviendas de interés social.

La línea de investigación concerniente para el estudio y desarrollo de la presente propuesta fue la Gerencia de Proyectos, debido a que dentro de su alcance está evaluar la factibilidad de aplicar una metodología definida en un proyecto determinado, en este caso la metodología (Steel Framing) para la construcción de una vivienda de interés social. Se usó como referencia el proyecto “CIUDAD BICENTENARIO” el cual es un macro proyecto de VIS en la ciudad de Cartagena de Indias, localizado en la vía Bayunca-Cartagena; se tomó como referencia específicamente, la distribución espacial y áreas de las viviendas de la manzana 72 de dicho macro proyecto, las cuales fueron construidas con el sistema tradicional de mampostería reforzada.

El estudio de factibilidad se efectuó a través de una comparación de las cantidades de obra y

análisis de precios unitarios, tiempos de ejecución, ventajas y desventajas generales entre dos procesos constructivos (Steel Framing y mampostería reforzada). Con base en esto, se definió desde la perspectiva económica que no es viable construir viviendas de interés social en Cartagena de Indias con el sistema Steel Framing debido a sus altos costos en la construcción de la estructura. En cuanto a tiempo de ejecución se presenta un ahorro del 30% en comparación con el sistema de mampostería reforzada, lo cual concuerda con los datos encontrados en la literatura.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

El sector de la construcción es uno de los ejes fundamentales en el crecimiento de la economía de cualquier país o región. El ser humano al tratar de mitigar el consumo de materiales en obra y el desperdicio de estos, abrió paso a la creación e implementación de la metodología Steel Framing, considerado un sistema de construcción de “obras limpias” al ser su materia prima (Acero) 100% reciclable.

Pese a que el sistema constructivo Steel Framing es referenciado como una tecnología contemporánea, tiene su origen aproximadamente hacia el año 1801.

Históricamente se inicia con las casas de madera construidas por los colonizadores en el territorio norteamericano de la época. Para atender el crecimiento de la población recurrieron a métodos más rápidos y productivos en la construcción de viviendas, utilizando los materiales disponibles en la región, en este caso la madera. A partir de ahí, las construcciones en madera se convirtieron en la tipología residencial más común en los Estados Unidos. Después de un siglo, en 1933, producto del gran desarrollo de la industria del acero en los Estados Unidos, se lanzó en la Feria Mundial de la construcción en Chicago, el prototipo de una residencia construida a través del sistema Steel Framing, que utilizó perfiles de acero en lugar de una estructura de madera. (Masciotra Marina et al., 2002)

Es aquí donde factores como el crecimiento poblacional y el agotamiento de recursos renovables como la madera, le abrieron paso a este sistema constructivo llamado Steel Framing.

A nivel local, en la ciudad de Cartagena no hay antecedentes de aplicación o implementación de este método constructivo, no obstante, hacia el interior del país, existen pruebas que demuestran la utilización del sistema Steel-Framing en la producción de viviendas y bodegas en chía Cundinamarca y viviendas en Paipa Boyacá. De igual modo, se encuentran documentos investigativos tipo tesis (como: “Análisis de viabilidad económica: sistema constructivo light Steel framing en Colombia”) (José Luis Lamus Rodríguez, 2015) pero en

las ciudades del interior del país, que cuentan con diferentes factores al momento de construir, como por ejemplo las condiciones climáticas, tipos de terreno, entre otros.

Por otra parte, existe un artículo publicado por la universidad de Nottingham acerca del Potencial de sobrecalentamiento en verano de una vivienda construida bajo la tecnología “Steel frame”, donde los autores indican que, “en las simulaciones realizadas dicha tecnología ayuda a reducir el sobrecalentamiento, ya que este no se puede suprimir por completo y a futuro existe el riesgo de que la vivienda sufra de este”. (Taranto, Gillott, & Tetlow, 2013)

Así mismo, en México hay maestrías que datan la elaboración de un “business plan” para la industrialización de viviendas, bajo los parámetros del sistema constructivo Steel Framing con el objetivo de producir viviendas que reduzcan costos, mano de obra artesanal y tiempos de construcción de la vivienda. (Gutiérrez Límon, 2003) Igualmente, en República Dominicana hay trabajos tipo tesis en donde se ha aplicado el sistema constructivo Steel Framing para la edificación de viviendas que puedan adaptarse a las condiciones climáticas, fuerzas de sismos y vientos que en épocas ciclónicas afectan a dicho país. (Pérez, 2013)

Aunque en Latinoamérica existen países que están entre los mayores productores mundiales de acero, el empleo de este material en estructuras de edificaciones ha sido reducido en comparación al potencial del parque industrial regional. Paralelamente, el desarrollo de productos siderúrgicos amplía las alternativas de soluciones constructivas disponibles, por esa razón ILAFA (Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero) ha encarado la edición del texto sobre Arquitectura del Steel Framing. Para ello ha optado por la traducción al español de un texto editado por el Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) que se ha adaptado para su utilización en el resto de América Latina; así mismo Brasil cuenta con el DATEC 030 del Sistema Nacional de Evaluación Técnica para el sistema de Light Steel Frame y que es bastante utilizado. (Sarmanho & Moraes, 2007). Adicionalmente, en Latinoamérica se cuenta con un manual para la construcción con acero liviano, basado en el “Standard for Cold Steel Framing, prescriptive method for one or two family dwellings”, editado en el 2001 por el AISI (American Iron and Steel Institute) de Estados Unidos. Sin

embargo, se deja expresa constancia que las partes extraídas y/o traducidas de dicho Standard de ninguna manera implica responsabilidad alguna para AISI ni para ILAFA. Esta adaptación parcial solo representa la aplicación racional y el uso de información de primera fuente de la calidad tecnológica reconocida mundialmente a esas Instituciones en el desarrollo de este tipo de estructuras livianas de acero en beneficio de la calidad de la construcción metálica liviana. (Masciottra Marina et al., 2002)

Adicionalmente en Uruguay se hallan documentadas tesis donde se ha implementado la utilización del sistema Steel Framing para la construcción de viviendas obteniendo resultados favorables, dado que este sistema constructivo: “evidenció mejoras en los plazos, costos, calidad y medio ambiente, esto es ayudado por la facilidad de desmontaje de las piezas de acero galvanizado y el hecho de que son reciclables”. (Martínez & Cueto, 2012)

Así mismo merece resaltar el aporte de la tesis: “Steel Framing y sus principales usos en Uruguay” donde el autor hace referencia a que la tecnología “Steel Framing” al ser comparada con la tecnología de construcción tradicional de ese país, ofrece: “ventajas que abarcan aspectos ambientales, tiempos de ejecución, reducción de costos; Y que las únicas desventajas vinculan la mano de obra calificada y conceptos previos de los posibles consumidores” (Jorajuria & Servente, 2015)

Por otra parte, en Ecuador se encuentran documentos como trabajos de grados donde se demuestra la aplicabilidad del sistema de construcción Steel Framing para el diseño estructural de una vivienda, donde se especifica que “gracias a la resistencia y propiedades de este método constructivo se logró la meta de un presupuesto y cronograma que confirmaron la viabilidad de dicha metodología”. (Fernando, Hern, Camacho, & Rodr, 2017)

Otra de las investigaciones de las cuales se tiene registro es acerca de un plan de negocio para la creación de una empresa dedicada a ofrecer servicios de reparación de viviendas catalogadas como recuperables en la provincia de Manabí, usando la tecnología de construcción “Steel framing”, cuyo objetivo principal fue la reconstrucción de viviendas que

fueron afectadas por el terremoto del 16 de abril del 2016. En este trabajo investigativo se obtuvieron resultados favorables debido a que este fue catalogado como “un proyecto viable tanto técnica como financieramente, donde se contó con la disponibilidad de materiales y mano de obra calificada, así mismo, un buen desempeño de las estructuras construidas en Steel framing por su sismo resistencia”(Ortiz Naranjo, 2017)

También se han encontrado disertaciones acerca del Análisis comparativo técnico-económico de un sistema tradicional aporticado y un sistema estructural liviano para la construcción de viviendas, que demuestran que la estructura construida con el sistema Steel Framing es “sustancialmente más liviana que una construida con hormigón armado, además, se justificó que dicho sistema es un 4.4% más económico y se demostró una reducción de costos en todos los elementos referentes a materia prima y mano de obra”. (Cáceres, 2018)

Por su parte, la industria de la construcción en China está luchando con el problema de la producción de edificios de viviendas. Los costos de construcción reducidos y procesos de construcción más eficientes, son en gran medida parte de los requerimientos que la industria constructiva busca en el gigante asiático. El camino a seguir para estos objetivos es la adopción de procesos de construcción industrial con el aumento de la prefabricación. Por eso, el sistema de acero de calibre ligero a base de perfiles formados, placas de yeso y lana mineral encaja muy bien en esta tendencia y se ha venido implementando en varias ciudades de este país. (José Luis Lamus Rodríguez, 2015)

También es importante destacar el proyecto de investigación publicado por la Xi'an University of Architecture and Technology: Principio novedoso para mejorar el rendimiento de las estructuras de “Steel framing” en escenario de pérdida de columna, donde los autores obtuvieron resultados tales como” la mitigación de la concentración de las tensiones y una resistencia favorable al colapso progresivo”. (Wei, Tian, Hao, Li, & Zhang, 2019)

Igualmente es considerable destacar el artículo publicado por la Beijing University of Technology acerca del diseño y prueba de un armazón prefabricado en “Steel Framing” con una innovadora abrazadera disipadora de energía, donde se obtuvo como resultado que:

“después de un terremoto, la novedosa abrazadera fue capaz de devolver los marcos de acero a su posición inicial y disipar la energía mediante un dispositivo amortiguador de fricción” (Zhang & Ye, 2019)

Desde otra perspectiva, en Iran la Babol Noshirvani University of Technology, publicó un artículo investigativo llamado: Evaluación probabilística del tiempo de falla en “Steel Framing” sometido a carga de fuego en caso de colapso progresivo, donde los investigadores sacaron como conclusión que “la eliminación repentina de la columna tendrá un gran efecto en el tiempo de falla de la estructura y aumentará la probabilidad de falla de la estructura y reduce el tiempo de falla y colapso de esta misma”. (Moradi, Tavakoli, & Abdollahzadeh, 2019)

En general, como se evidenció anteriormente, todos los antecedentes son a nivel internacional, no existen antecedentes locales en la zona de estudio, puesto que, en Colombia, dicha metodología (Steel Framing) ha sido poco implementada. Estos antecedentes en comparación con la investigación a realizar tienen similitudes en los procesos constructivos, materiales, maquinarias, condiciones climáticas y otros factores los cuales hacen que este análisis de factibilidad sea necesario para determinar cómo influye la aplicación de esta metodología de Steel Framing en el diseño y construcción de las VIS de la ciudad de Cartagena.

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. Costos

Según el ingeniero Álvaro Beltrán Razura (Beltrán Razura, 2012) “La palabra costo tiene varios significados, en función de muchas circunstancias. El tipo de concepto de costo que debe aplicarse depende de la decisión que haya de tomarse en la empresa”. Dicho de otra forma, el costo es el valor que representa el monto total de lo invertido (tiempo, dinero y esfuerzo), para comprar o producir un bien o un servicio. En cuanto a la definición de costos en construcción, Carlos Carlón Acosta dice: “Es la suma de los costos de materiales, mano de obra, herramienta y equipo que intervienen en un concepto de obra” (Carlón Acosta,

2012).

En la industria de la construcción, normalmente dividimos los costos en dos grupos principales:

1.2.1.1. Costos directos

El costo directo se define como: "la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipo necesario para la realización de un proceso productivo", y depende directamente de los planos y especificaciones, debido a que son el punto de partida para la elaboración del costo directo, para llegar al Precio Unitario y finalmente al presupuesto, se deben estudiar perfectamente todos los planos de cortes, isométricos, equipos, estructurales, instalaciones y de fachadas, así como las especificaciones que en ellos se proponen. Entre más detallados estén los planos, se tiene una mayor oportunidad de obtener el costo directo más preciso y, por ende, un presupuesto acertado. (Beltrán Razura, 2012)

1.2.1.2. Costos indirectos

Se denominan costos indirectos a toda erogación necesaria para la ejecución de un proceso constructivo del cual se derive un producto; pero en el cual no se incluya mano de obra, materiales ni maquinaria. Todo gasto no utilizable en la elaboración del producto es un costo indirecto, generalmente está representado por los gastos para dirección técnica, administración, organización, vigilancia, supervisión, fletes, acarreos y prestaciones sociales correspondientes al personal técnico, directivo y administrativo. (Beltrán Razura, 2012)

1.2.2. Programación de obras civiles

Dice Angélica Duarte (Duarte & Martínez, 2011) : "Para emprender un proyecto de obra civil se requiere planificar y programar cada actividad por medio de un análisis exhaustivo donde se integran los métodos de construcción, tiempo de ejecución, cantidades y tipos de materiales entre otros parámetros necesarios para comenzar con la construcción". Para alcanzar un proyecto de construcción de una obra civil en el tiempo óptimo y mejor costo

posible, es necesario realizar su planificación y programación, para controlar y administrar todas las actividades involucradas que definirán el proyecto antes de comenzar el proceso constructivo. El proyecto de una obra civil surge del estudio por parte de una persona u organización, conocido como promotor, que inicia, decide, programa, comercializa y financia (con recursos propios o de terceros) una serie de actividades que conforman el mismo. Sus inicios dependen que se verifique la justificación de la causa, beneficios e impactos que conllevan su elaboración. Es allí, cuando el proyecto de obra civil, nace como la necesidad de interrelacionar un conjunto de actividades con un inicio y un final definido, utilizando recursos establecidos por los límites que impone un presupuesto, para lograr un objetivo u objetivos deseados.

1.2.3. Control de obra

Víctor Rivera Esteban afirma que: “Controlar una obra es una de las etapas más difíciles de la administración de proyectos. Consiste en elaborar un sistema de control que le permita al administrador medir, reportar, y prevenir posibles variaciones en el tiempo o costo de la obra”. Debido a esto, se dice que el control y planeación van de la mano. La planeación es un proceso continuo, debido a que conforme se mantiene el control de la obra, es probable que se requiera de modificaciones en la programación. Esto para cumplir con lo establecido en el plan general, estando al tanto de la situación de la obra, sus avances y posibles anomalías, para resolver los problemas y desviaciones a tiempo. (Rivera Esteban, 2015)

1.2.4. Estudio de Factibilidad

Para la orientación de la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto, el estudio de factibilidad nace como un medio para ello. El estudio de factibilidad se lleva a cabo usando información la cual tiene la menor incertidumbre posible con el fin de evaluar las probabilidades que tendrá el proyecto de inversión de ser exitoso o no, por medio de las conclusiones o resultados sacados de el estudio de factibilidad, se procederá a tomar la

decisión de proceder o no la implementación del proyecto de inversión. Los objetivos de cualquier estudio de factibilidad según se pueden resumir en los siguientes términos:

- Verificación de la existencia de un mercado potencial o de una necesidad no satisfecha.
- Demostración de la viabilidad técnica y la disponibilidad de los recursos humanos, materiales, administrativos y financieros.
- Corroboración de las ventajas desde el punto de vista financiero, económico, social o ambiental de asignar recursos hacia la producción de un bien o la prestación de un servicio. (Miranda, 2005)

1.2.5. Viviendas de interés social (VIS)

Según la ley 388 de 1997, artículo 91 las viviendas de interés social son:

“aquellas que se desarrollen para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos. En cada Plan Nacional de Desarrollo el Gobierno Nacional establecerá el tipo y precio máximo de las soluciones destinadas a estos hogares teniendo en cuenta, entre otros aspectos, las características del déficit habitacional, las posibilidades de acceso al crédito de los hogares, las condiciones de la oferta, el monto de recursos de crédito disponibles por parte del sector financiero y la suma de fondos del Estado destinados a los programas de vivienda”

Y su valor no debe exceder los 135 SMMLV (Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes) es decir, \$118.503.405 con base en el SMMLV de 2020; no debe confundirse con la VIP (Vivienda de Interés Prioritario) cuyo valor máximo es de 70 SMMLV.

Existen diferentes tipos de sistemas constructivos para estos proyectos VIS dentro de los cuales tenemos:

2.2.2.1. Sistemas tradicionales

Son los más populares para construcción de viviendas de cualquier tipo en Colombia, ya sea para VIS o para vivienda común, los sistemas de estructura y cerramiento en mampostería

son sistemas de construcción formados por unidades relativamente pequeñas que pueden ser manejadas a mano, siguen un patrón geométrico predeterminado y adecuado, que son unidos mediante mortero. Los sistemas más comunes son: mampostería reforzada y mampostería integral. Las fundaciones de este tipo de viviendas son normalmente vigas de cimentación, lozas macizas, entre otros.

2.2.2.2. Sistemas de construcción en seco

Estos son sistemas constructivos livianos y muy rápidos de construir, los componentes de este sistema son elaborados en serie en una fábrica, estos componentes son fáciles de instalar, precisos y no requieren precisamente de mano de obra especializada. Estos sistemas generan pocos residuos en obra por lo que últimamente están siendo muy utilizados. El Drywall y el Steel Framing son dos de sus sistemas más conocidos.

Drywall es un sistema que utiliza perfiles de acero de muy bajo espesor para el montaje de particiones interiores que no reciben cargas estructurales, como tabiques, cielorrasos y revestimientos.

El Steel Framing, en cambio, se usa para la construcción de estructuras portantes en viviendas, entrepisos, cerramientos exteriores y naves industriales (entre otros); la perfilería utilizada en este caso soporta cargas estructurales pese a ser muy liviana.

2.2.2.3. Sistemas combinados

Este sistema consiste en utilizar en conjunto dos o más sistemas de construcción en una misma edificación, como por ejemplo realizar sistema de pórticos en concreto con el fin de transmitir las cargas al suelo y para esa misma edificación realizar los sistemas de estructura y cerramiento en sistemas de construcción en seco.

1.2.6. Steel Framing.

El sistema del Steel Framing (SF), como es conocido mundialmente, es un sistema constructivo de concepción racional, su característica principal es que su estructura está constituida en su totalidad con perfiles de acero galvanizado formados en frío, con estos se

hacen paneles estructurales y no estructurales, vigas secundarias, vigas de piso, cabios del techo y otros componentes. El Steel Framing al ser un sistema industrializado es un sistema de construcción en seco, también dentro de sus mayores ventajas se encuentran que se puede construir con una gran rapidez, el Steel Framing también es conocido como Sistema Auto portante de Construcción en Seco.

“Steel Framing” expresión inglesa que proviene de “steel = acero” y “framing” que hace referencia a “frame = estructura, esqueleto, disposición, construcción”, puede ser definida como: “Proceso por el que se compone un esqueleto estructural en acero formado por diversos elementos individuales unidos entre sí, que así funcionan en conjunto para resistir las cargas a las que se somete el edificio, la estructura y a su vez le dan su forma.”(Sarmanho & Moraes, 2007) de acuerdo a esta definición el Steel Framing no solo hace referencia a ser una estructura metálica, sino también como un sistema de construcción de edificios, que abarca varios componentes y una serie de subsistemas tales como el estructural, aislación termo acústica, instalaciones eléctricas e hidráulicas y de recubrimientos interno y externos por medio de paneles. (Masciottra Marina et al., 2002)

El origen del sistema Steel Framing se remonta hacia el siglo XIX. Dicho sistema fue utilizado por primera vez en la construcción de casas por colonizadores en Norteamérica para esta época, en la construcción de estas casas fueron usados los materiales disponibles en la región, en este caso la madera, con el fin de atender el crecimiento de la población y la necesidad de la construcción de viviendas de manera rápida y productiva, se desarrolló un método en el cual se utilizaba una estructura compuesta de piezas de madera aserrada de pequeña sección transversal, lo que se conoció como Balloon Framing. (Masciottra Marina et al., 2002)

A partir de esa época, las construcciones en madera a las que también se les conocía como “Wood Frame”, se convirtieron en el modelo residencial mas común en USA. Fue en 1993, un siglo después debido al gran auge que tenía la industria estadounidense en cuanto al acero se refiere, se llevó a cabo el lanzamiento en la Feria Mundial de Chicago el popular sistema que conocemos actualmente como Steel Framing que utilizó perfiles de acero en lugar de la estructura de madera. (Sarmanho & Moraes, 2007)

La estructura del SF está básicamente compuesta por paredes, pisos y techo, que en conjunto posibilitan la integridad estructural del edificio, con la debida resistencia a los esfuerzos a los que está expuesta la estructura.

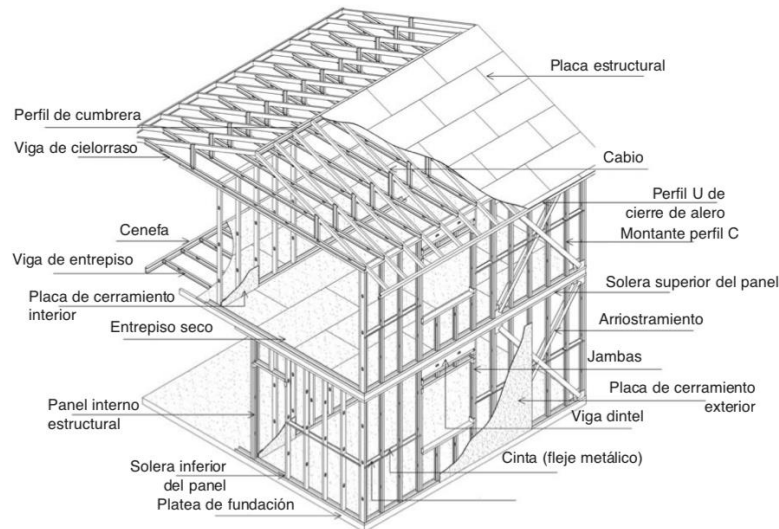


Ilustración 1. Componentes de una vivienda construida con Steel Framing. Fuente: Steel Framing arquitectura, "Alacero".

A continuación, se realizará una breve descripción de los componentes principales de la construcción con el sistema Steel Framing.

Las paredes que conforman la estructura son llamados paneles estructurales o auto portantes, dichas paredes están formadas por perfiles de acero galvanizado, una de las principales características de este material es que es muy liviano y su uso disminuye las cargas muertas, estos perfiles reciben el nombre de "montantes" los cuales normalmente se encuentran separados entre si por 40 o 60 cm. La separación entre ellos será definida de acuerdo al cálculo estructural, el cual también permitirá realizar la organización por módulos de la estructura del proyecto, para así estandarizar componentes estructurales, los del cerramiento y de revestimiento, todo esto se realiza con el fin de optimizar costos y mano de obra. El cerramiento de los paneles o módulos que se crean puede hacerse con una gran variedad de materiales, uno de los mas comunes son las placas de OSB (por sus siglas en inglés: Oriented Strand Board, virutas de madera orientadas perpendicularmente) y para el recubrimiento de

los interiores, placas de yeso cartón, estas placas tanto exteriores como interiores le aportan también rigidez a la estructura, limitando los movimientos laterales.

Los entrepisos de este sistema, también están conformados por paneles y al igual que las paredes utilizan perfiles de acero galvanizado pero ubicados horizontalmente. Los perfiles son usados como las vigas del entrepiso, los cuales sirven como apoyo para los materiales con los cuales se conformará la superficie del contra piso. Con el fin de que se garantice que predominen los esfuerzos axiales en los elementos que conforman la estructura, las vigas que conforman el entrepiso van apoyadas en los perfiles verticales y se hacen coincidir sus almas, dando origen al “in-line framing”.

Las cubiertas usadas en este sistema son muy variables, estas varían de acuerdo al estilo o la tendencia de la época. Sin importar la tipología de la cubierta ya sea techo plano o un tipo de tejado muy elaborado, el sistema Steel Framing le ofrece al arquitecto libertad de expresión. Cuando el proyecto que se está construyendo se quiere utilizar techos inclinados, se usan montantes elaborados con perfiles de acero galvanizado en vez de madera como se utilizaría en la construcción tradicional

Las tejas de las techumbres pueden ser cerámicas, de acero, de cemento reforzado con fibras sintéticas o de concreto. También se usan tejas tipo “shingles”, compuestas de material asfáltico. (Sarmanho & Moraes, 2007)

Entre las características importantes del LSF encontramos las descritas en el documento “*Contextualización del Light Steel Framing en Colombia y el mundo*” (Mayorga, Pérez, & Ramírez, 2014):

- Al basarse este sistema en perfilería de fabricación industrial, los elementos son estándares y tienen un comportamiento más uniforme que la madera que es un material natural.
- Acero de calidad, tales como aceros planos y cuadrados de acero puede sobrevivir a duras las condiciones meteorológicas, como terremotos, tifones huracanes, etc.
- El acero también es un material reciclado y es reciclable también. Esto hace que sea el entorno más amigable.

- Al tratarse de estructuras de acero es más sencillo alcanzar grandes luces, es decir que dada la alta resistencia del material y su escaso peso es más fácil y económico construir espacios con muros o pilares más alejados entre sí y fachadas con ventanales más grandes.
- Este sistema es muy propicio para la construcción de fachadas ventiladas, que son la solución ideal para el funcionamiento bioclimático de las viviendas y la reducción del consumo energético porque mejora considerablemente el aislamiento térmico.
- Este sistema de construcción tiene un comportamiento formidable en situaciones tales como terremotos, motivo por el que su uso está muy extendido en las regiones del mundo que padecen estos problemas con más asiduidad. (Estados Unidos, Chile, Turquía, entre otros).

Por otro lado, las desventajas de llevar a cabo la construcción con este sistema son:

- El acero tiene una alta conductividad de calor. Por lo que será necesario gastar mas en energía para climatizar su interior o adicionar una capa de aislante térmico.
- En Steel Framing el peso se distribuye entre los perfiles que conforman la estructura, por lo tanto, los elementos que transmiten o soportan cargas deben estar alineados. Ciertos diseños exigen que este principio se viole, lo que incurre en costos de acero.
- Realizar escaleras con este sistema tiene unos requerimientos de espacio mínimos.
- De realizarse la estructura con acero galvanizado sin ningún tipo de anticorrosivo este tendrá una vida útil de 20 a 40 años.
- En cuanto a normatividad se refiere, en Colombia este sistema no esta definido dentro de los sistemas estructurales de la norma NSR-10. Sin embargo, existen manuales, códigos y normas implementadas en diferentes países del mundo que son usadas para el calculo de las estructuras en este sistema constructivo como por ejemplo: La norma AISI (American Iron and Steel Institute) s100-2007 la cual hace referencia a la especificación norteamericana para el diseño de elementos estructurales de acero conformado en frío.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de factibilidad al sistema constructivo Steel Framing, por medio de una comparación en costos y tiempos con el sistema de mampostería reforzada usada tradicionalmente, para así determinar con que sistema es mas factible construir proyectos de VIS.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar un análisis de costos directos e indirectos y tiempos de construcción asociados a la construcción de viviendas realizadas con los dos sistemas constructivos estudiados, con el fin de ser usado como parámetro para el estudio de factibilidad del sistema Steel Framing.
- Realizar una comparación detallada entre los costos y tiempos del sistema Steel Framing contra los del sistema de construcción tradicional de mampostería reforzada
- Realizar un análisis comparativo en el cual se expongan las principales limitaciones, ventajas y desventajas que presente el sistema Steel Framing ante el sistema tradicional, haciendo énfasis en: costos, mano de obra y facilidad de obtención de materiales de cada sistema.

3. ALCANCE

El presente trabajo investigativo presenta el sistema de construcción Steel Framing aplicado a la construcción de viviendas de interés social, en ella se describió el sistema detalladamente, a su vez se expusieron ventajas y desventajas de su uso, también se llevó a cabo un análisis de los costos y tiempos de construcción con el fin de ser comparado con el sistema de construcción tradicional de mampostería reforzada.

Esta comparación se llevó a cabo usando como referencia las viviendas del proyecto “CIUDAD BICENTENARIO”, específicamente la manzana 72. Este es un macro proyecto de viviendas de interés social en la ciudad de Cartagena de India localizado en la vía Bayunca-Cartagena, específicamente en el barrio Flor del campo.

En la siguiente ilustración se muestra la localización del proyecto tomada con el software Google Earth.

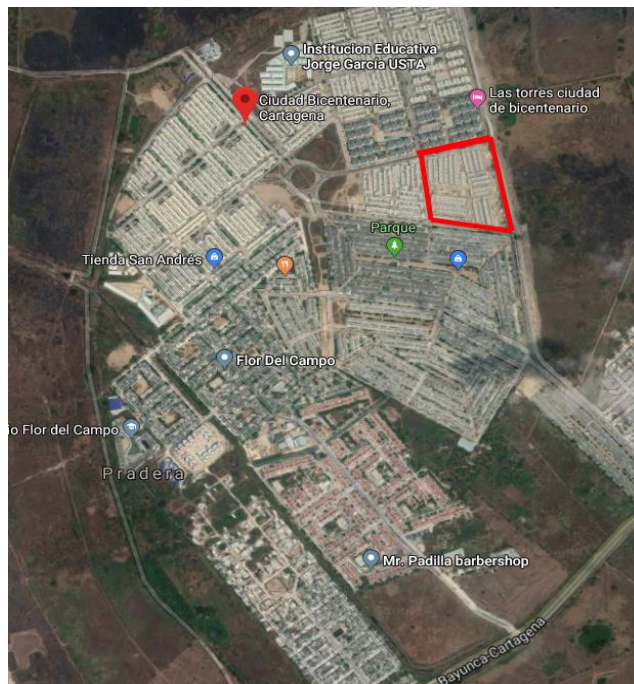


Ilustración 2. Vista satelital del proyecto Ciudad Bicentenario y delimitación de la manzana 72 dentro del proyecto.

Fuente: Google Earth



Ilustración 3. Delimitación de la manzana 72 en el macro proyecto Ciudad Bicentenario

Fuente: Google Earth.

La investigación se realizó durante el primer periodo académico del 2019, los precios usados para los análisis de precios unitarios correspondieron a los del año 2019. Esta investigación tuvo una duración de 16 semanas, la entrega del proyecto estuvo ligada a la finalización del tercer corte de la materia Trabajo de grado del X semestre de Ingeniería Civil de la Universidad de Cartagena.

El proyecto Ciudad Bicentenario fue construido con el sistema tradicional de mampostería reforzada, por lo cual, se tomó su diseño para llevar a cabo los cálculos correspondientes a Steel Framing, se usaron las mismas áreas construidas de los terrenos y distribuciones de espacio similares, con el propósito de obtener una comparación equilibrada entre los dos sistemas de construcción a estudiar. Las variables principales de estudio son: costos, tiempos, mano de obra requerida, materiales requeridos para cada sistema.

Culminado este proyecto de investigación, no se obtuvieron en su totalidad los resultados esperados, debido a que al usar el método Steel Framing, se presentó un aumento de los costos directos de la vivienda en comparación con el sistema de mampostería reforzada. Sin embargo, en lo que respecta a los tiempos de obra hubo una diferencia considerable y se consiguió una disminución en los costos indirectos del proyecto con respecto a los de mampostería reforzada.

Este producto final a entregar consta de un análisis de costos y duraciones entre el sistema Steel Framing y mampostería estructural, una descripción de las características principales del sistema Steel Framing, así como ventajas y desventajas de este, costos indirectos asociados a la utilización de cada sistema y las principales limitaciones que tiene el Steel Framing en Colombia.

Al haber obtenido, en parte, los resultados deseados, esta investigación puede servir como base para seguir desarrollando estudios sobre el sistema estudiado que abarquen los temas técnicos, sismo resistente y demás. Así pues, de esta manera, lograr obtener la documentación necesaria para impulsar el uso de este sistema constructivo para cualquier tipo de proyecto, vivienda común, oficina, hoteles, entre otros. Y, por consiguiente, promover una nueva tendencia de construcción en el país.

En este estudio no se realizaron diseños de ningún tipo, ni estudios técnicos de ingeniería de detalle, dentro del análisis no se tuvieron en cuenta costos comerciales de promoción, costos de mantenimiento, costos financieros, ni los costos de operación del macro proyecto luego de haber finalizado.

Los cálculos estructurales correspondientes al Steel Framing fueron realizados y suministrados por la empresa MATECSA SAS, la cual es una empresa líder en la construcción con este sistema en Colombia. También, fueron brindados por esta empresa los rendimientos de mano de obra y materiales, junto con las competencias laborales requeridas para llevar a cabo las diferentes actividades al momento de construir con Steel Framing.

4. METODOLOGÍA

La investigación que se realizó en el presente trabajo fue mixta, una parte comparativa y otra analítica. Se basó en la comparación de dos sistemas constructivos aplicados a la construcción de viviendas de interés social, una vez que se tuvo la información necesaria, se procedió a realizar los análisis de la misma, teniendo en cuenta variables como tiempos de obra, costos directos e indirectos, ventajas y desventajas generales de los sistemas constructivos estudiados, para así lograr determinar la factibilidad del uso sistema Steel Framing en este tipo de viviendas.

A continuación, se detallarán los pasos seguidos para alcanzar los objetivos planteados en la investigación:

4.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para la realización de este trabajo investigativo, se llevó a cabo primeramente, una revisión bibliográfica en las bases de datos de la Universidad de Cartagena y de Google Académico, en donde se tomó información secundaria como artículos, informes, libros, y manuales que fueron de utilidad para la investigación referente al sistema constructivo Steel Framing, se buscaron datos relacionados a este sistema tales como tiempos de construcción, costos, materiales utilizados, generalidades del sistema, ventajas y desventajas. También se obtuvo información sobre las diferentes construcciones que se han llevado a cabo en Colombia y en el mundo con dicho sistema, con el fin de obtener la mayor cantidad de referencias para la realización de este trabajo de investigación.

Se le solicitó al ingeniero Jorge Álvarez, uno de los ingenieros a cargo de la interventoría del macroproyecto CIUDAD BICENTENARIO, todos los detalles de la obra que fueron necesarios para realizar este estudio de factibilidad, como: cronograma de obras, presupuestos, diseños arquitectónicos, estructurales, eléctricos, hidráulicos y sanitarios.

Por otro lado, el diseño de la estructura en Steel Framing fue suministrado por la empresa MATECSA SAS, junto con las cantidades de materiales requeridos para este proyecto, rendimientos de mano de obra, costos mano de obra y cronograma de obras.

4.2. CLASIFICACION DE INFORMACIÓN

Luego de haberse llevado a cabo la revisión bibliográfica, en la cual sólo se utilizaron artículos, informes o manuales que estaban relacionados en su totalidad con el problema de esta investigación, se procedió a realizar un análisis de la información obtenida en cada fuente, con el fin de compararlos y clasificarlos de acuerdo a los objetivos perseguidos.

4.3. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para la elaboración del análisis comparativo entre los dos sistemas de construcción, que es el principal alcance de este trabajo investigativo, se tomaron como base los diseños arquitectónicos y estructurales del proyecto VIS “Ciudad Bicentenario” que fue construido con el sistema tradicional de mampostería reforzada. Con la finalidad de hacer una comparación eficiente, se hizo un diseño en Steel Framing con las mismas características de las viviendas del proyecto anteriormente mencionado, es decir, con las mismas áreas, distribuciones de espacio similar y mismo numero de baños.

Por lo que se refiere a este proyecto investigativo, las variables independientes son los tipos de sistemas constructivos a estudiar (Steel Framing y mampostería reforzada), mientras que las variables dependientes serán los costos y tiempos para cada sistema, dichos costos fueron utilizados para elaborar los respectivos análisis de precios unitarios de cada sistema, los cuales se usaron para determinar que sistema es mas eficiente desde el punto de vista económico. Por otro lado, la variable tiempo sirvió para determinar que sistema es más eficiente desde el punto de vista de tiempos de ejecución de obra, haciéndose un análisis completo de las actividades que se llevan a cabo en cada sistema y el tiempo que tardan en realizarse estas. Es decir, ambas variables en conjunto ayudaran a definir qué sistema es más factible que el otro. Las unidades de medidas utilizadas para los costos son pesos colombianos y el tiempo se evaluó en meses.

Por otro lado, las variables intervinientes en este proyecto de investigación fueron: mano de obra, técnicas constructivas y mercado de materiales.

Los datos usados referente a mano de obra del sistema Steel Framing como: rendimientos, costos y competencias laborales requeridas fueron suministrados por la empresa MATECSA SAS. Los rendimientos y costos de mano de obra del sistema de mampostería fueron actualizados de acuerdo a los datos encontrados en las bases de datos de CAMACOL (Cámara Colombiana de la Construcción), SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) y Revista Construdata.

En cuanto a las técnicas constructivas estudiadas, se realizó un análisis de las horas hombre requeridas, se definieron a su vez técnicas y materiales usados para llevar a cabo la construcción de la vivienda con cada método constructivo, con base a esta información se realizó la estructura de costos y tiempos de obra.

Los costos de los materiales usados para la estructura del sistema constructivo Steel Framing (perfiles de acero galvanizado) fueron suministrados por la empresa MATECSA SAS, el resto de materiales usados en este análisis (estructura en mampostería reforzada, instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, etc.) son de fácil obtención, los precios de estos materiales fueron consultados en almacenes de cadena como Homecenter y tiendas de materiales de construcción en la ciudad de Cartagena.

Las estructuras de costos correspondientes a cada sistema se llevaron a cabo con ayuda del software Microsoft Excel. Por otro lado, el software que se utilizó para el desarrollo de los cronogramas de obra fue Microsoft Project.

4.4. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA DE COSTOS Y ESTIMACIÓN DE DURACIONES DE OBRA

A partir de las cantidades que se tomaron de los diseños y de los precios de mano de obra y materiales, se crearon estructuras de costos para cada sistema en el programa Excel, los costos usados en este estudio fueron del año 2019, se realizó una actualización de los análisis de precios unitarios del proyecto VIS “Ciudad Bicentenario” brindados por el Ing. Jorge Álvarez, debido a que estos fueron realizados con precios del 2015.

Por otro lado, las estimaciones de tiempos de obra o cronograma requeridos por el sistema Steel Framing se basaron en rendimientos de obra de diferentes fuentes encontrados en la literatura y por medio de datos brindados por la empresa MATECSA SAS, este cronograma se desarrolló en el software Microsoft Project. Por otro lado, el cronograma de obras del sistema de mampostería tradicional, fue suministrado por el Ing. Jorge Álvarez.

4.5. ESTIMACIÓN DE COSTOS INDIRECTOS

La estructura de costos indirectos fue suministrada por el Ing. Jorge Álvarez, esta estructura se dividió en cuatro capítulos: administración, imprevistos, utilidad y IVA sobre utilidad. Estos ítems se presentaron en porcentaje, tomando como base el costo directo total de la obra, el cual resulta de la suma entre el costo directo de urbanismo y el costo directo del número de casas a construir de acuerdo a su sistema constructivo. Posterior a la obtención de estos porcentajes se procedió a calcular a cuánto equivalían, tomando como base el costo directo de una vivienda.

4.6. ANÁLISIS FINANCIERO

Luego de haber obtenido y actualizado los costos directos, indirectos y duraciones de cada sistema constructivo, se procedió a hacer una comparación detallada entre las estructuras de costos y duraciones de obra del sistema de construcción Steel Framing y el sistema de construcción tradicional de mampostería con el fin de determinar las principales diferencias que hay entre estos. Adicionalmente, se presenta una comparación general entre ventajas y desventajas de llevar a cabo construcciones entre estos sistemas constructivos.

4.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basados en los resultados obtenidos de los costos de obra, costos indirectos y duraciones de obra de cada sistema se procedió a presentar los resultados obtenidos, junto con unas conclusiones y recomendaciones del proyecto investigativo.

5. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO DE ESTUDIO

5.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

Ciudad Bicentenario es un macroproyecto de vivienda de interés social proyectado a la construcción de 15.000 soluciones de vivienda en un área de aproximadamente 190 hectáreas, ubicado en la zona suroriental de Cartagena de Indias, específicamente en el kilómetro 1.5 de la vía la cordialidad que conduce de Cartagena a Bayunca, cerca de la terminal de transportes, y pertenece a la localidad 2 de la Virgen y Turística y a la Unidad Comunera De Gobierno # 6, según la Secretaria de Planeación de Cartagena. La población a beneficiar con este macroproyecto será la de estratos 0, 1 y 2 y principalmente la ubicada en zonas vulnerables. El análisis comparativo que se realizó se llevó a cabo tomando como referencia las viviendas de la manzana 72 del dicho proyecto, las cuales fueron construidas por la empresa constructora ZARZA Y GÓMEZ SAS.

A continuación, se presenta el diseño arquitectónico de las viviendas a estudiar y su respectivo diseño estructural en mampostería reforzada y Steel Framing.

5.2. DISEÑO ARQUITECTÓNICO VIVIENDAS

La manzana 72 del macro proyecto Ciudad Bicentenario está conformada por 298 unidades de viviendas, las cuales se encuentran distribuidas en 12 módulos, en ellos se encuentran dos tipos de viviendas, viviendas tipo A o medianeras y viviendas tipo B y C correspondientes a las viviendas esquineras. Para este estudio se consideró el uso de las viviendas tipo A o medianeras.

Las viviendas de dicha manzana constan de dos niveles, el primer nivel cuenta con un área de 23,38 m² y la segunda planta con un área de 20,26 m², sumando un área total de 43,64 m². En las siguientes imágenes se observan las diferentes plantas y cortes, junto con el detalle y características arquitectónicas del proyecto.

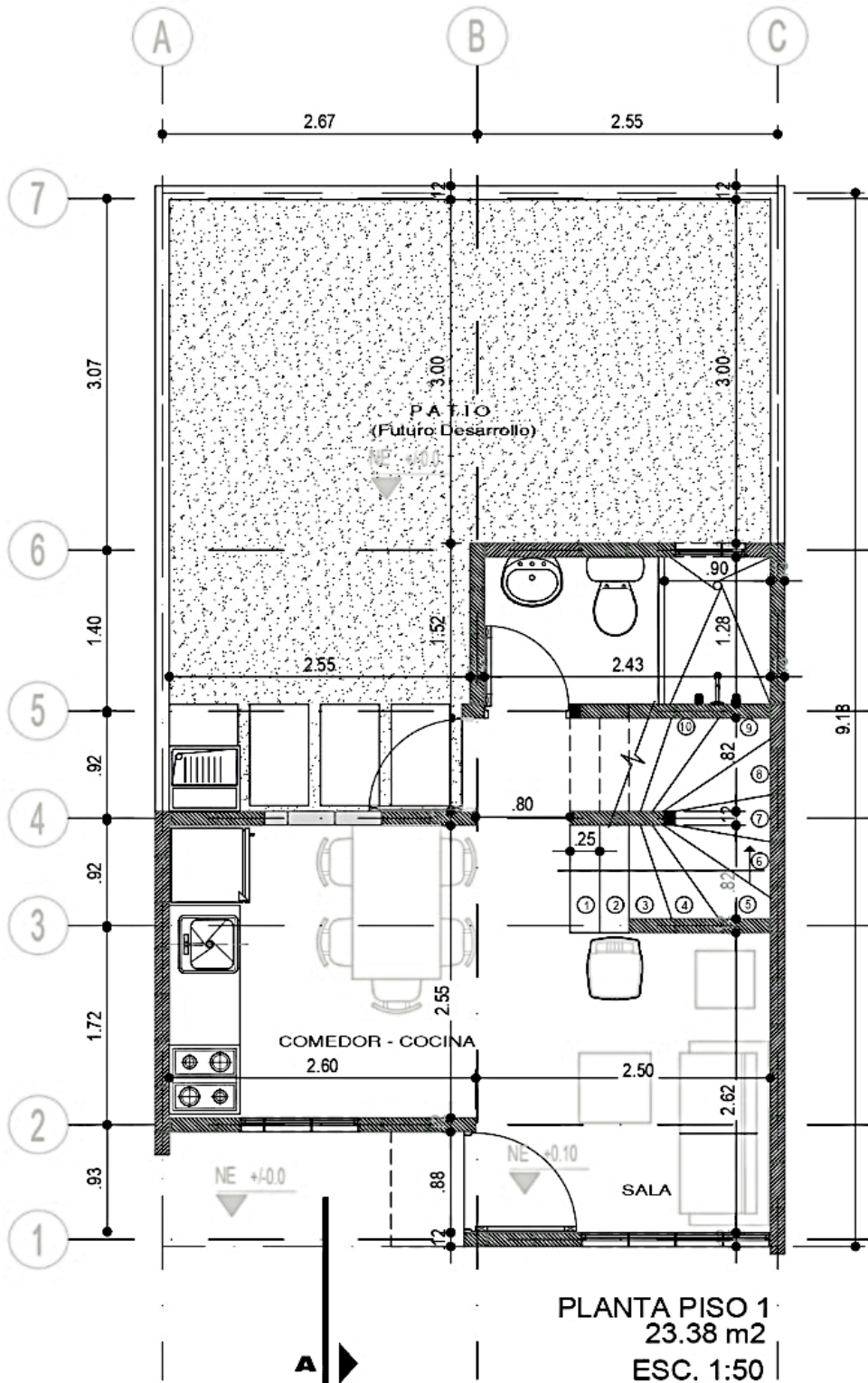


Ilustración 4. Plano arquitectónico. primer piso.

Fuente: RM ingenieros estructurales

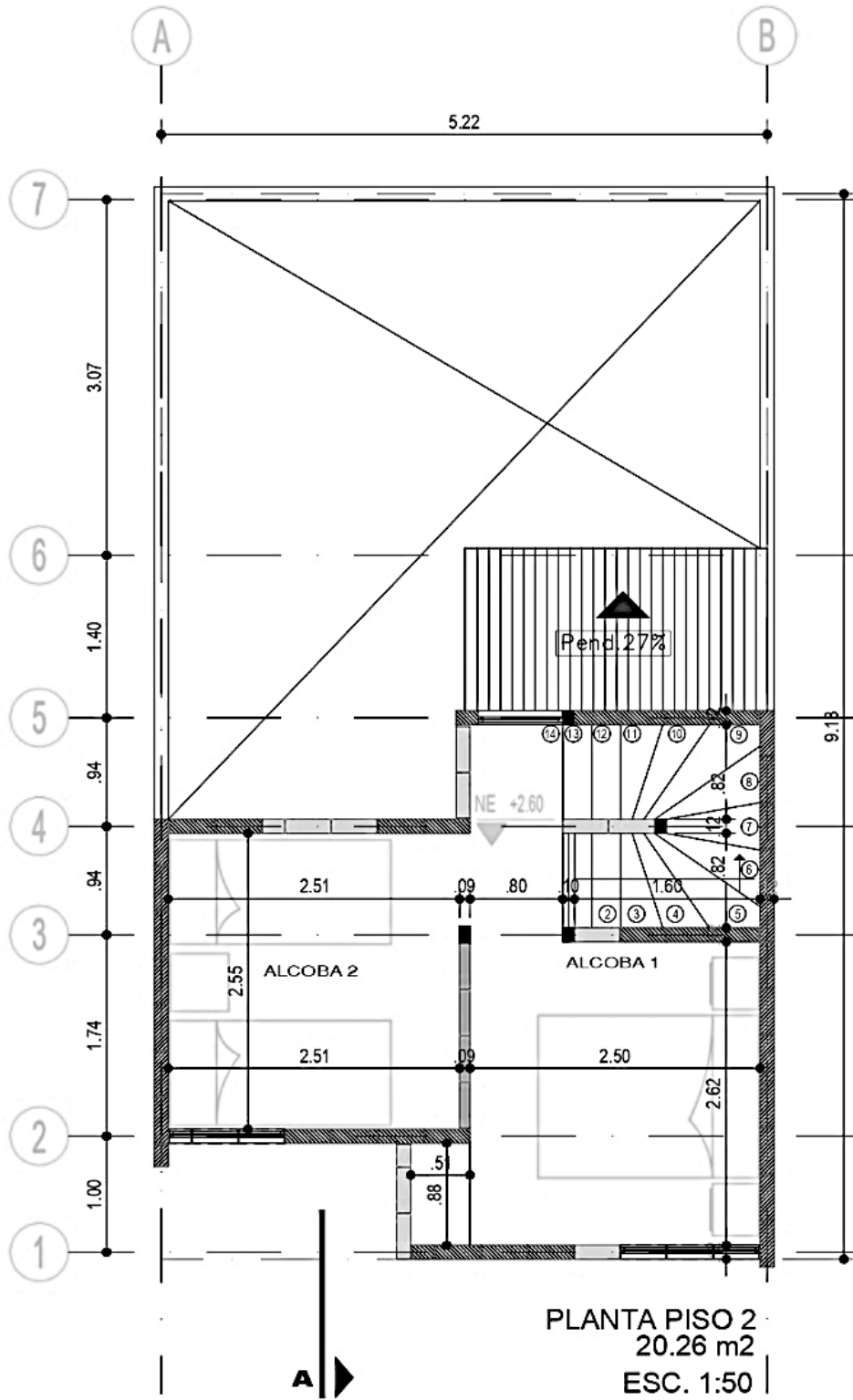


Ilustración 5. Plano arquitectónico segundo piso.

Fuente: RM ingenieros estructurales

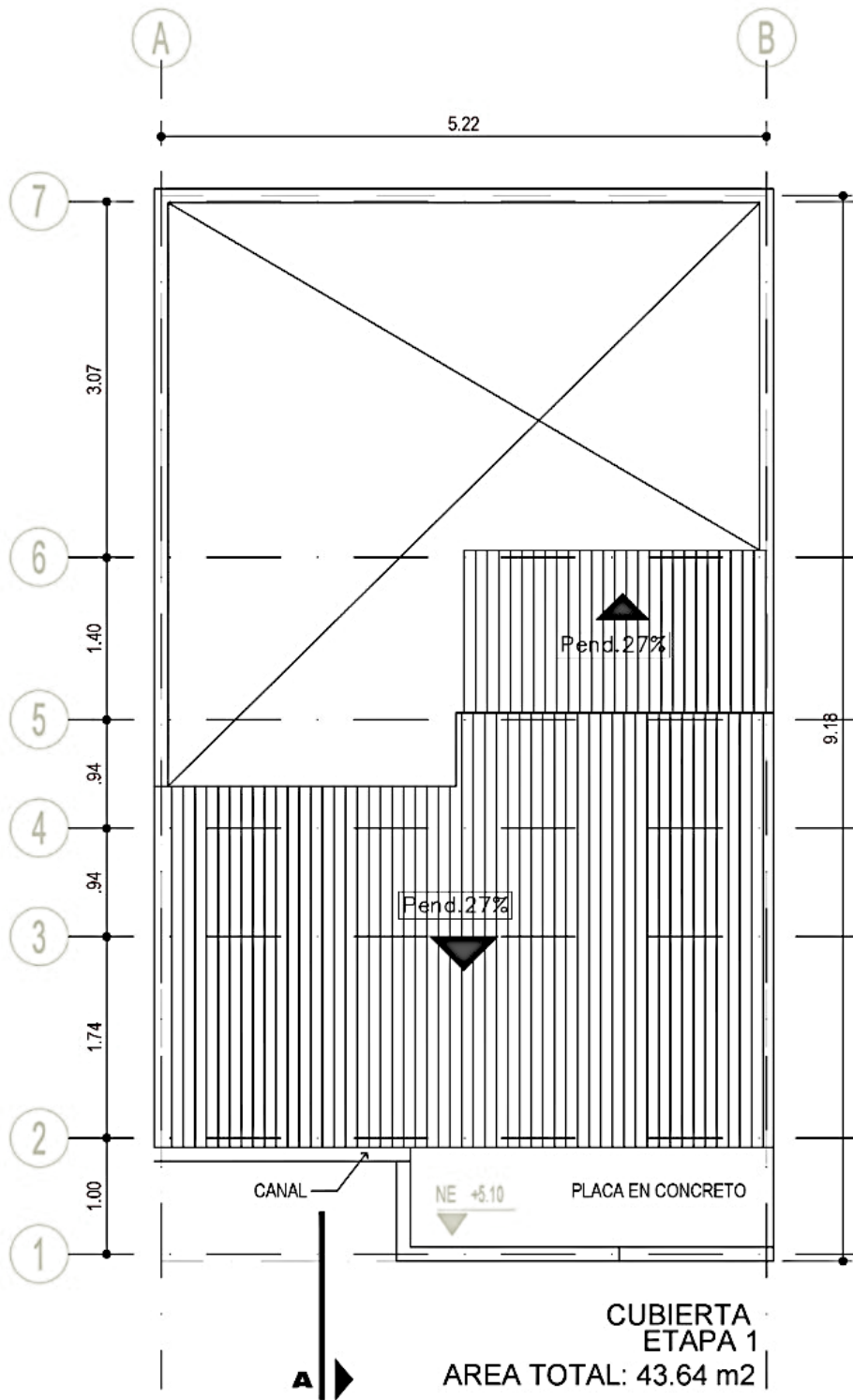


Ilustración 6. Plano arquitectónico cubierta.

Fuente: RM ingenieros estructurales

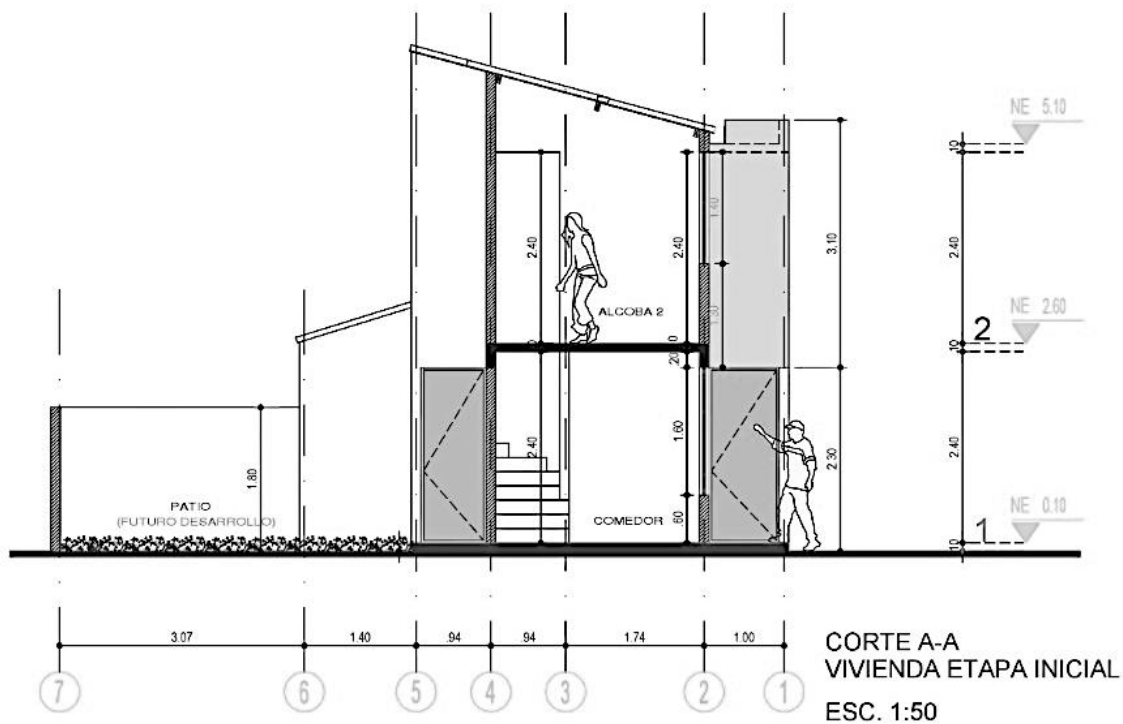


Ilustración 7. Corte A-A

Fuente: RM ingenieros estructurales

En la ilustración 4 y 5 se encuentran las plantas típicas de la vivienda, en donde observamos que el predio en que se construirá tiene 5,22 metros de ancho por 9,18 metros de largo, con un patio de 5,41 metros de largo. Por otro lado, en la figura 7 se encuentra un corte vertical en el se detalla que la altura entre piso es de 2,4 metros, por otro lado, en el nivel dos de la vivienda vemos una altura mayor en una sección de esta con el fin de lograr el desnivel de la cubierta para el desplazamiento de las aguas lluvias.

5.3. DISEÑOS ESTRUCTURALES

Usando los diseños arquitectónicos planteados se realizaron los diseños estructurales de ambos sistemas con el objetivo de hacer una comparación equitativa entre estos. A continuación, se presentan uno a uno los diseños de cada sistema con el propósito de ser

estudiados a detalle y lograr construir una estructura de costos y cronogramas de obra lo más precisos posible.

5.3.1. Sistema de mampostería reforzada

Los diseños estructurales usados para el análisis de este proyecto investigativo fueron suministrados por el Ing. Jorge Álvarez, quien fue el director de la interventoría de la construcción de la manzana 72 del proyecto Ciudad Bicentenario. Para la construcción de estas viviendas fue usado el sistema de mampostería reforzada, el cual consiste en el uso de bloques de concreto con perforaciones verticales en las cuales se vierte concreto fluido y acero de refuerzo, el sistema de entrepiso fue realizado con una losa reforzada que tiene un espesor de 10 cm.

Los diseños de cimentación y estructurales para estas viviendas fueron realizados por la empresa RM ingeniería. A continuación, observaremos los detalles de la cimentación.

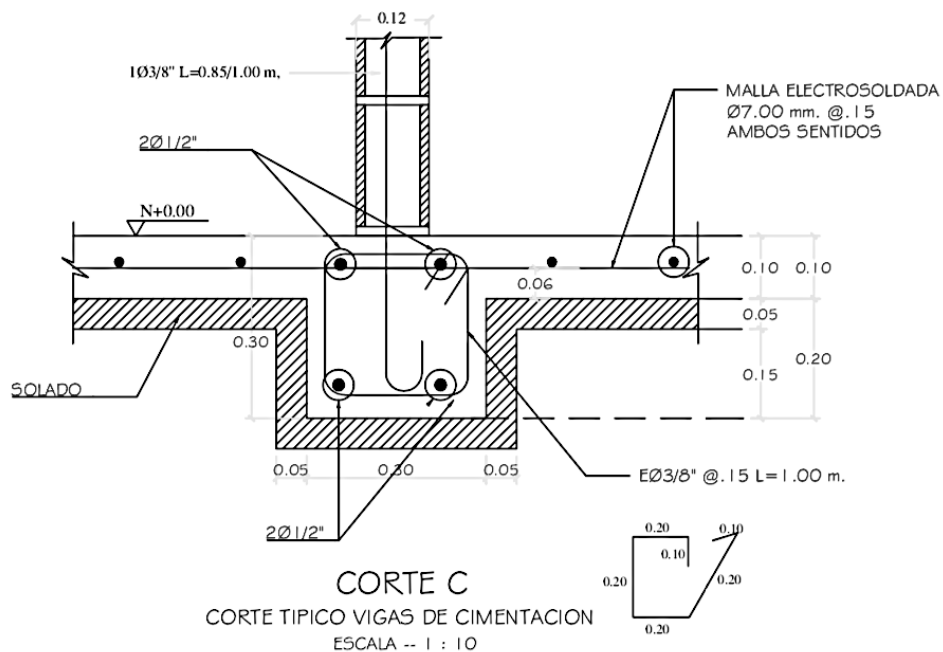


Ilustración 8. Corte viga de cimentación.

Fuente: RM ingenieros estructurales

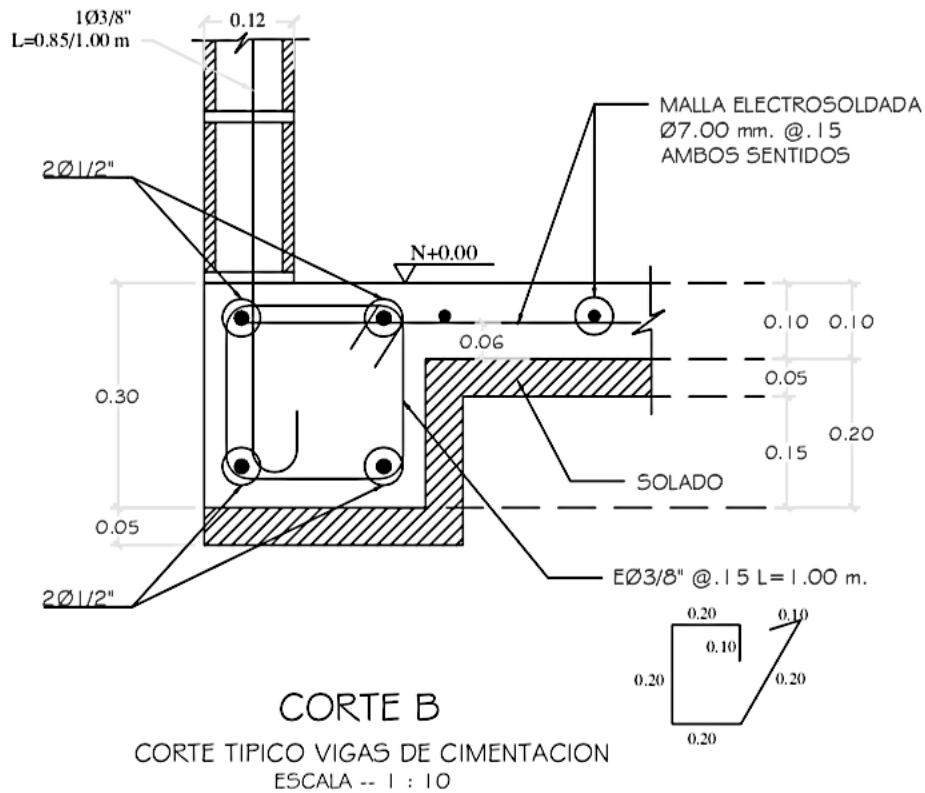


Ilustración 9. Corte viga de cimentación.

Fuente: RM ingenieros estructurales

En las ilustración 8 y 9 se observan en detalle los cortes de la cimentación usada en las viviendas del macro proyecto, esta está conformada por vigas de cimentación con un refuerzo transversal de 4 varillas de 1/2" ubicadas en las esquinas y estribos cada 0.15 m de 3/8". Por otro lado, se usó una losa reforzada en ambos sentidos con una malla electro soldada de 7 mm de diámetro y separación de 0.15 m en sentido transversal y longitudinal. El concreto usado para la losa, las columnas y vigas es de 28 MPa.

En la Tabla 1 se puede observar las especificaciones generales usadas por la empresa encargada de realizar los diseños estructurales.

Tabla 1. Especificaciones generales estructurales.

ESPECIFICACIONES GENERALES		
NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10		
CONCRETOS	CANTIDAD	UNIDAD
SOLADO	14	MPA
LOSA DE CIMENTACION	28	MPA
COLUMNETAS	21	MPA
LOSA ENTREPISO	21	MPA
VIGAS AEREAS	21	MPA
MAMPOSTERIA	8	MPA
MORTERO DE PEGA	12,5	MPA
MORTERO DE RELLENO FLUIDO	12,5	MPA
ACEROS		
REFUERZO Ø3/8" CORRUGADO	420	MPA
REFUERZO Ø1/2" SUPERIOR MILIMETRICO	420	MPA
MALLA ELECTRO SOLDADA	420	MPA
CARGAS		
CARGA VIVA	1,8	KN/M2
CARGA MUERTA SOBREPUESTA	1,2	KN/M2
CAPACIDAD ADM. TERRENO	167,69	KN/M2
ZONA DE AMENAZA SISMICA	BAJA	
CAPACIDAD DE DISIPACION	MODERADO	
COEFICIENTE R	2	

Fuente: RM ingenieros estructurales

5.3.2. Sistema Steel Framing

El sistema estructural del sistema Steel Framing es un sistema que como se ha expresado anteriormente está constituido en su totalidad por perfiles tipo C, los cuales en conjunto forman placas, escaleras, muros y cubiertas o techos, este diseño se llevó a cabo apoyado en las normas NSR-10 y la AISI 100-2007, para el diseño de los elementos estructurales se utilizó el Capitulo 4 del titulo F de la NSR-10, en donde se encuentran las normas para los elementos estructurales en acero formado en frío. Los diseños utilizados en este trabajo de investigación fueron suministrados por la empresa MATECSA SAS, ubicada en Funza, Cundimarca, su objeto social es la fabricación de productos metálicos para uso estructural, esta empresa se caracteriza por ser líder en el suministro de perfilaría de acero galvanizado en Colombia y en construcción de viviendas con el sistema Steel Framing.

En la Tabla 2 se encuentran las características de los perfiles tipo “C” que esta empresa ofrece en su catálogo de productos para Steel Framing. Adicionalmente en la Ilustración 10, se encuentra un corte detallado de los perfiles.

Tabla 2. Características perfiles estructurales

Perfil	Alma (H) (mm)	Aleta (B) (mm)	Calibre	Espesores (e) (mm)
S7541	75,0	41,0	22	0,7
			20	0,85
			18	1,2
			16	1,5
S8941	89,0	41,0	22	0,7
			20	0,85
			18	1,2
			16	1,5
S15041	150,0	41,0	22	0,7
			20	0,85
			18	1,2
			16	1,5

Fuente: MATECSA SAS.

Fuente: MATECSA SAS.

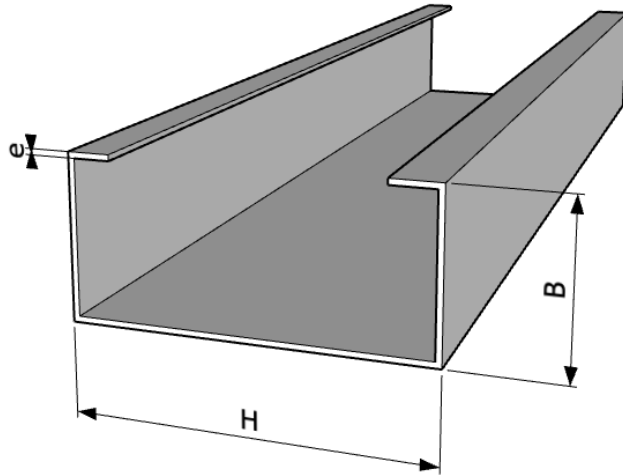


Ilustración 10. Detalle corte transversal perfiles estructurales

Para el análisis de las cimentaciones de este sistema constructivo, se hizo un análisis de las cargas de la vivienda. Partiendo de los requerimientos del capítulo B de la NSR-10 referente a cargas y teniendo en cuenta la disposición de muros y entrepisos, la mayor carga que se presenta en la vivienda corresponde al muro del lado derecho de esta y sus medidas son mostradas en la ilustración 10 más en detalle.

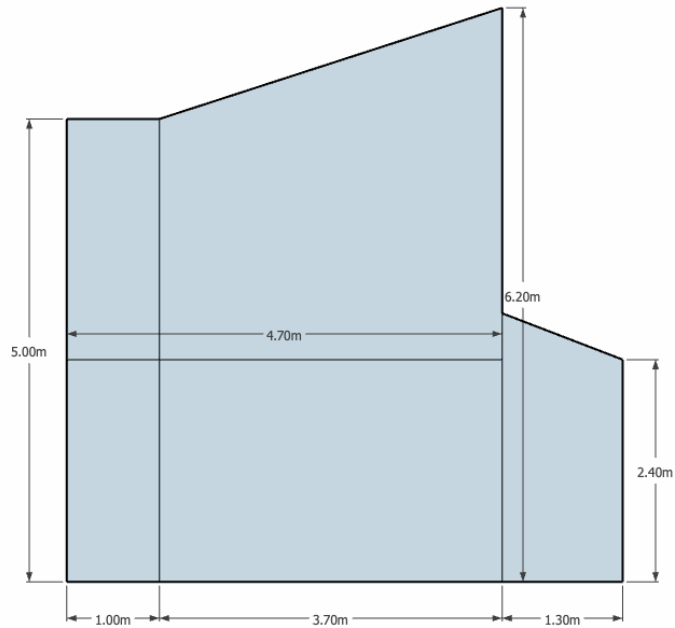


Ilustración 11. Medidas lateral derecho vivienda.

Fuente: Elaboración propia

Las cargas muertas usadas para este análisis fueron suministradas por la empresa MATECSA SAS y se muestran a continuación:

Tabla 3. Cargas muertas.

Elemento	Peso (kgf/m²)
Teja	70
Perfil muros/cubierta	11
Perfil entrepisos	19
Placa cemento	24
Placa Yeso	8,9

Fuente: MATECSA SAS.

A continuación, se muestran los pesos muertos por m² de cada elemento que conforma la estructura del sistema Steel Framing:

Tabla 4. Cargas por m2 de elementos estructurales.

Elemento	Peso (kgf/m2)
1. Carga muerta muro	
Perfil muros/cubierta	11
Placa Yeso (cara interior del muro)	8,9
Placa Yeso (cara exterior del muro)	8,9
Total	28,8
2. Carga muerta cubierta	
Perfil muros/cubierta	11
Teja	70
Total	81
3. Carga muerta entrepiso	
Perfil entrepisos	19
Placa Yeso	8,9
Placa cemento	24
Total	51,9

Fuente: MATECSA SAS.

Para el calculo de cargas muertas y vivas totales que se transmiten a la cimentación, se tuvieron en cuenta las siguientes áreas aferentes de cubierta y de entrepiso:

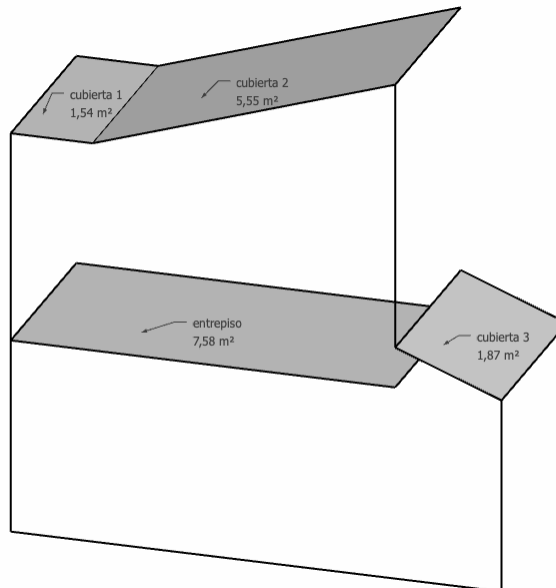


Ilustración 12. Área aferentes cubierta y entrepiso

Fuente: Elaboración propia

Basándose en estas áreas, en la Tabla 5 se observa el cálculo de la carga muerta por metro lineal que corresponden a la cubierta y entrepiso, que se transmiten hacia los muros y su resultado se calcula finalmente en kilogramos metro lineal.

Tabla 5. Carga por metro lineal de cubierta y entrepisos.

Elemento	Área (m ²)	Peso elemento (Kgf/m ²)	Peso total (Kgf/m ²)	Metros en los que se distribuye (ml)	carga por metro lineal (Kgf/ml)
Cubierta 1	1,54	81	124,74	1	124,74
Cubierta 2	5,55	81	449,55	3,7	121,5
Cubierta 3	1,87	81	151,47	1,3	116,52
Entrepiso	7,58	51,9	393,402	7,58	51,90

Fuente: MATECSA SAS.

En la Ilustración 13 se observan las áreas de los muros estudiados y basándose en estos valores, en la Tabla 6 se obtienen las cargas por metro lineal correspondientes al peso muerto de cada muro.

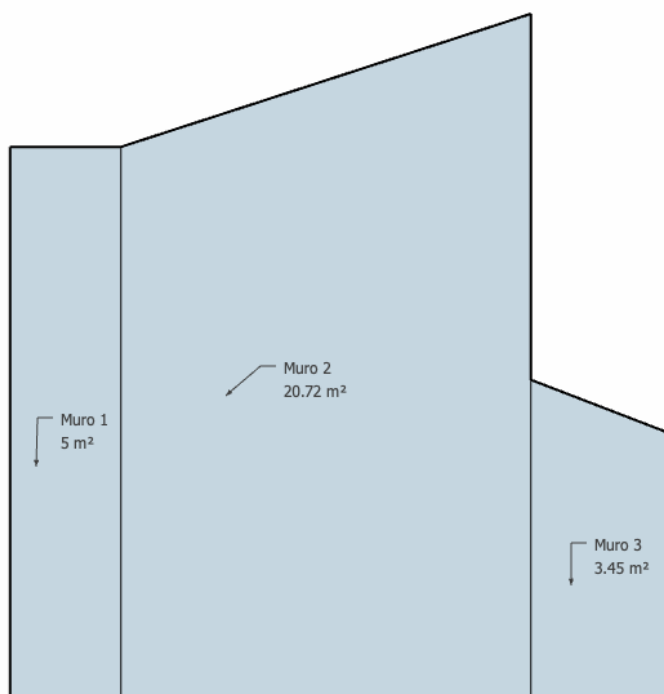


Ilustración 13. Perfil lateral derecho de la vivienda.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Cálculo de cargas muertas totales en muros.

Elemento	Área (m2)	Peso elemento (Kgf)	Peso total (Kgf/m2)	Metros en los que se distribuye (ml)	carga por metro lineal (Kgf/ml)
Muro 1	5	28,8	144	1	144,00
Muro 2	20,72	28,8	596,74	3,7	161,28
Muro 3	3,45	28,8	99,36	1,3	76,43

Fuente: MATECSA SAS.

Las cargas vivas usadas para este análisis según la norma sismo resistente colombiana fue de 180 kg/m2 y estas cargas se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 7. Cálculo de cargas vivas.

Elemento	Área (m2)	Carga viva (Kgf/m2)	Peso total (Kgf/m2)	Metros en los que se distribuye (ml)	carga por metro lineal (Kgf/ml)
Entrepiso	7,58	180	1364,4	4,7	290,30

Fuente: MATECSA SAS.

Partiendo de las cargas anteriormente calculadas, se procedió a sumar todas las cargas que llegan a la cimentación por metro lineal para cada muro evaluado:

Tabla 8. Cargas totales en muros.

Muro 1	
Elemento	Peso (Kgf/m2)
1. Carga muerta total en muro 1	
Peso cubierta	124,74
Peso entrepiso	51,9
Peso muro	144
Sub total	320,64
Factor de mayoración	1,2
Total cargas muertas	384,768
2. Carga viva total en muro 1	
Carga viva	290,3
Sub total	290,3
Factor de mayoración	1,6
Total cargas vivas	464,48
TOTAL	849,248

Muro 2	
Elemento	Peso (Kgf/m2)
1. Carga muerta total en muro 2	
Peso cubierta	121,5
Peso entrepiso	51,9
Peso muro	161,28
Sub total	334,68
Factor de mayoración	1,2
Total cargas muertas	401,616
2. Carga viva total en muro 2	
Carga viva	290,3
Sub total	290,3
Factor de mayoración	1,6
Total cargas vivas	464,48
TOTAL	866,096

Muro 3	
Elemento	Peso (Kgf/m2)
1. Carga muerta total en muro 3	
Peso cubierta	116,52
Peso muro	76,43
Sub total	192,95
Factor de mayoración	1,2
Total cargas muertas	231,54
2. Carga viva total en muro 3	
Carga viva	0
Sub total	0
Factor de mayoración	1,6
Total cargas vivas	0
TOTAL	231,54

Fuente: MATECSA SAS.

Como se evidenció en la Tabla 8, el muro 2 es el que transmite una mayor carga por metro lineal hacia la cimentación, por lo que será la carga máxima. A dicha carga se le sumará un 20% correspondiente a el peso propio de la cimentación, bajando en total 1040 kg/ml hacia el suelo.

La capacidad admisible del terreno (q_{Adm}) es igual a la carga axial (P) recibida por la cimentación entre el área requerida para que el suelo soporte dicha carga (A). A continuación, se muestra el área requerida de cimentación para soportar 1040 kg/ml.

$$q_{Adm} = \frac{P}{A}$$

$$A = \frac{P}{q_{Adm}}$$

$$A = \frac{1,04 \text{ ton}}{17,1 \text{ ton/m}^2}$$

$$A = 0,064 \text{ m}^2$$

Como se pudo observar anteriormente, el área requerida de cimentación es mínima, debido al poco peso de la estructura de este sistema y la buena capacidad del suelo. Las dimensiones de las vigas de cimentación para este sistema constructivo serán de 0.25m x 0.2m, dichas medidas son las mínimas dimensiones estipuladas por el título E de la norma NSR -10, en el cual se encuentran los requisitos para la construcción sismo resistente de viviendas de uno y dos pisos.

El diseño estructural se realizó con base a los diseños arquitectónicos mostrados inicialmente, manteniendo las mismas dimensiones en las cuales el primer nivel cuenta con un área de 23,38 m² y la segunda planta con un área de 20,26 m², sumando un área total de 43,64 m² esto con la finalidad de hacer una comparación totalmente equilibrada. En la Ilustración 14 podemos observar el diseño 3D de la estructura en Steel Framing.

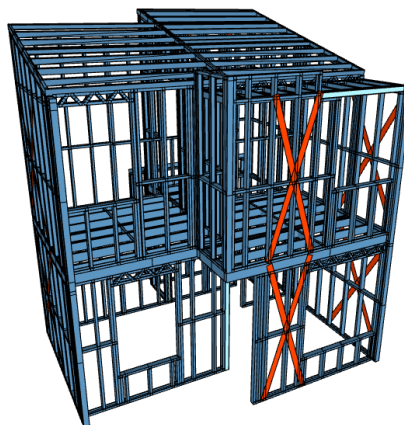


Ilustración 14. Vista 3D estructura sistema Steel Framing

Fuente: MATECSA SAS.

Este sistema estructural está conformado por muros, entre piso y cubierta, cada uno con perfiles de diferentes dimensiones los cuales varían de acuerdo a los diferentes requerimientos de carga a los que estén sometidos. En las siguientes imágenes se observa a detalle como están conformados los muros de la fachada, costados y parte trasera de la vivienda.

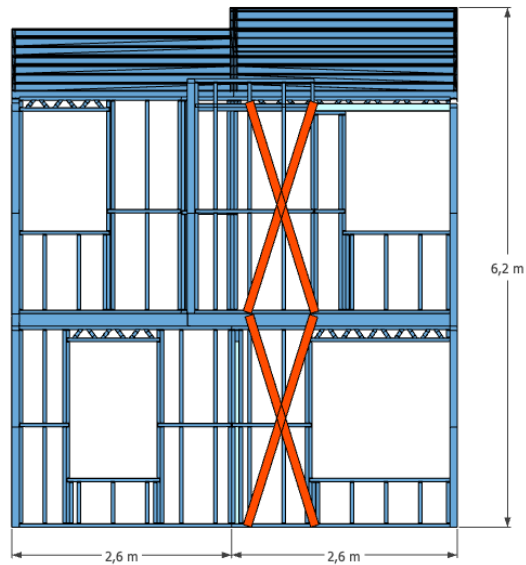


Ilustración 15. Vista frontal sistema SF.

Fuente: MATECSA SAS.

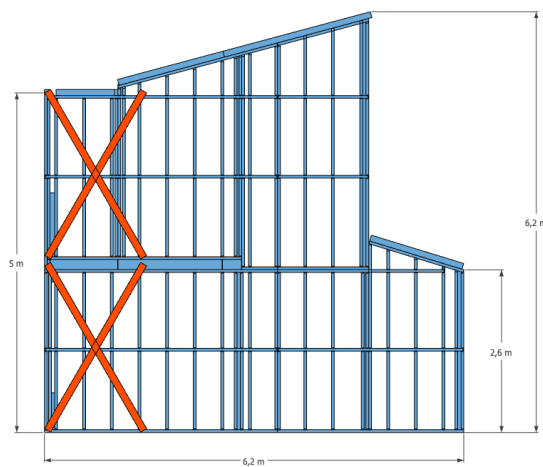


Ilustración 16. Vista derecha SF.

Fuente: MATECSA SAS.

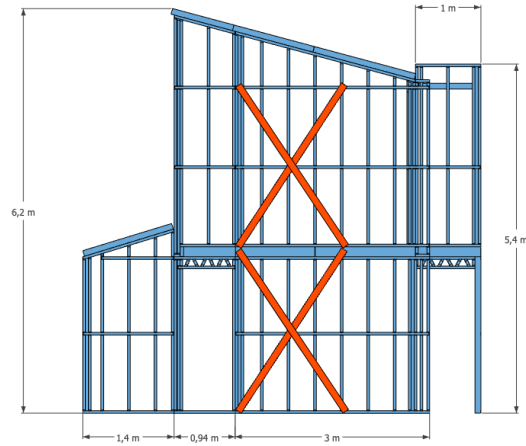


Ilustración 17. Vista izquierda SF.

Fuente: MATECSA SAS.

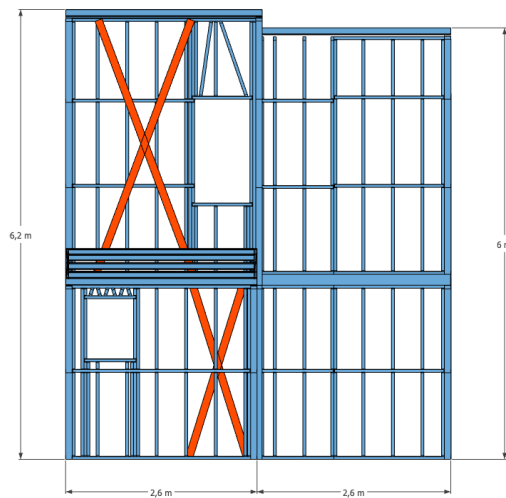


Ilustración 18. Vista trasera SF.

Fuente: MATECSA SAS.

Los muros del sistema Steel Framing están compuestos por perfiles S894118 (parales) cada 407 mm a ejes, grado 33, se utilizaron fijaciones con tornillos numero 10, cuentan con un sistema de arriostramiento de riostra continua junto con arriostramientos en cinta metálicas, también se cuenta con una columna Metalub de dimensiones 90 x 90 x3 mm ubicada en puntos clave de la sala con el fin de soportar las cargas en esa zona.

Por otro lado, los entrepisos están conformados por perfiles tipo viguetas S1504116, grado 33 con una distancia entre viguetas de 407 mm y una luz máxima de 2500 mm, dentro de la estructura del entrepiso también se tiene una viga Metalub 200 x 100 x 4 mm ubicada en medio de la sala.

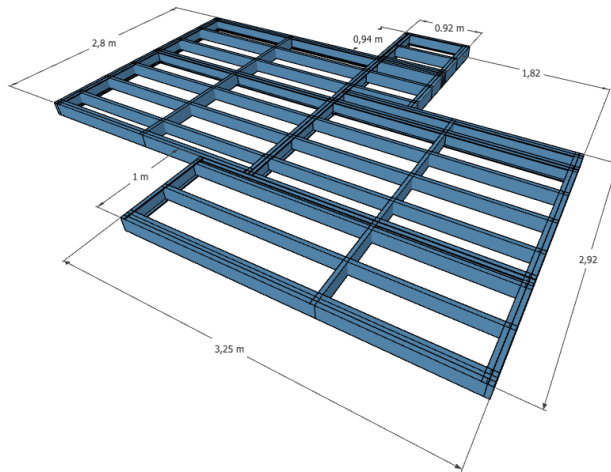


Ilustración 19. Estructura entrepiso SF.

Fuente: MATECSA SAS.

Así mismo, las diferentes cubiertas tienen una distancia entre elementos de 407 mm y esta conformada por perfil de correas S894118 Grado 33, fijaciones en tornillo No. 10.

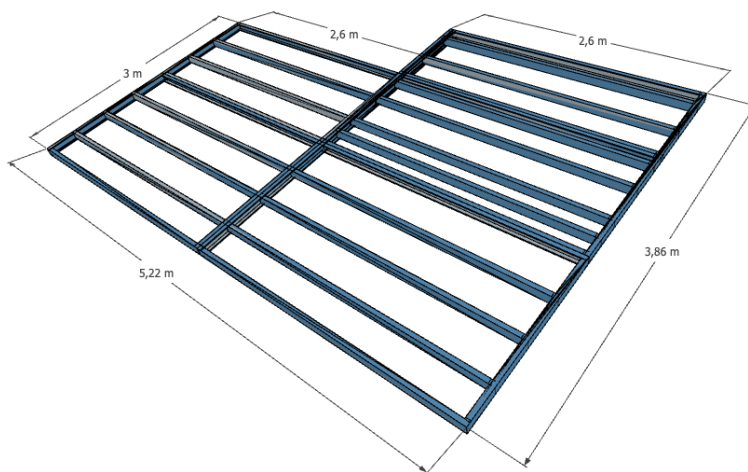


Ilustración 20. Cubierta vivienda SF.

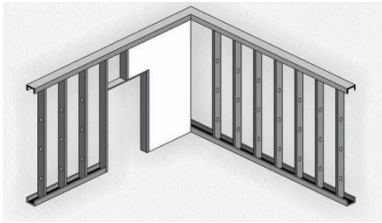

Fuente: MATECSA SAS.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Partiendo de los diseños anteriormente mostrados se procedió a realizar el análisis entre los dos sistemas constructivos como lo plantea el objetivo principal de este proyecto investigativo. Por tanto, se procedió a elaborar la estructura de costos directos, tiempos de obra y costos indirectos y se identificaron las ventajas y desventajas de los sistemas.

Antes de llevar a cabo el análisis, se presentan a continuación las condiciones y características sobre las cuales se realizó la comparación.

Tabla 9. Detalles de comparación.

	STEEL FACING	MAMPOSTERÍA REFORZADA
		
Cimentación	Vigas de cimentación + losa en concreto reforzado	Vigas de cimentación + losa en concreto reforzado
Estructura	Paneles portantes en perfiles de acero galvanizado liviano	Columnas y vigas en concreto reforzado + bloques de arcilla
Estructura entrepisos	Paneles portantes en perfiles de acero galvanizado Liviano	Losa de contra piso en concreto reforzado
Cubierta	Paneles portantes en perfiles de acero galvanizado Liviano + Lámina asbesto cemento	Perfiles de acero galvanizado liviano + Lámina asbesto cemento
Muros exteriores	Placa de Fibrocemento 10 mm + Fachaplast color	Muro en bloque de arcilla No. 5 + Pañete + Fachaplast color
Muros interiores	Panel de Acero Galvanizado + Placa de yeso 12.5 mm	Muro en bloque de arcilla No. 5
Cielo raso	Placa de Yeso 12.5 mm	Ninguno
Acabados entrepisos	Lámina de Fibrocemento 17 mm	Plantilla sobre placa

Fuente: Elaboración propia.

En la Ilustración 21, se observa el corte detallado en donde se muestra gráficamente cuales son los perfiles a utilizar para los muros exteriores e interiores del Steel Framing, en este también se presentan las especificaciones de sus componentes y dimensiones.

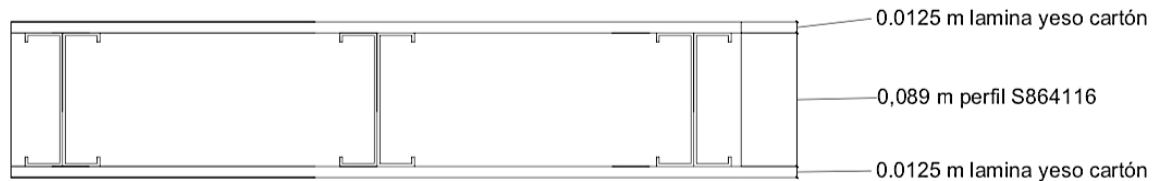


Ilustración 21. Corte de muro Steel Framing

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente los muros del sistema Steel Framing están compuestos por perfiles tipo C en acero galvanizado que cuentan con un ancho de 890 mm, las caras de los muros pueden tener varios componentes según su uso, si la cara va hacia el exterior esta estará compuesta por una lámina de fibrocemento con un espesor de 10 mm. Por otro lado, las caras que dan hacia los interiores están compuestas por una lámina de yeso cartón con un espesor de 12,5 mm. Vale la pena destacar que estas caras pueden combinarse de acuerdo a las necesidades del diseño arquitectónico como por ejemplo: una cara con acabados interiores y la otra igual, o exterior/exterior o combinadas.

En lo que respecta a los muros de mampostería reforzada, estos cuentan con bloques de cemento No. 5 de un espesor de 120 mm, sin ningún tipo de acabado. Por otro lado, los muros de fachada cuentan con un empañetado y fachaplast color obteniendo así un espesor total de 140 mm como se muestra a detalle en la Ilustración 22.

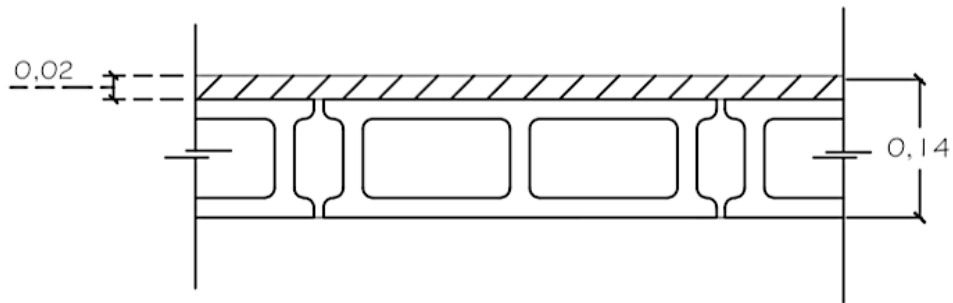


Ilustración 22. Corte de muro mampostería estructural.

Fuente: Elaboración propia.

La placa entrepiso de Steel Framing está conformada también por perfiles tipo C, pero, a diferencia de los usados en los muros, cuentan con un alma de 150 mm y están ubicados dobles, así como se muestra en la Ilustración 23, generando así una estructura mucho más rígida. El entrepiso está formado por dos caras, la inferior que está formada por una lámina de yeso cartón con un espesor de 12,5 mm la cual será el cielo raso del piso inferior y la cara superior que está conformada por una lámina de fibrocemento con 10 mm de espesor la cual será el piso del nivel superior. Se puede observar en el siguiente corte detallado cuáles son los perfiles a utilizar en el entrepiso, junto con las especificaciones de sus componentes y dimensiones.



Ilustración 23. Corte entrepiso sistema Steel Framing.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se presenta el detalle del entrepiso del sistema de mampostería reforzada este se realizó con una placa de concreto reforzado.

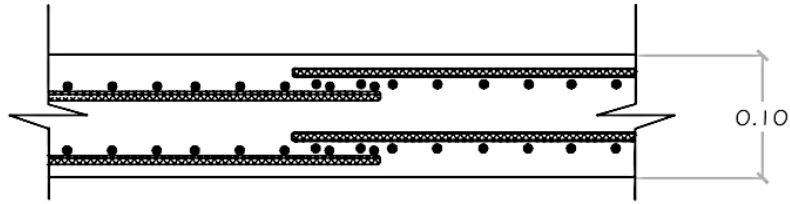


Ilustración 24. Corte entrepiso mampostería reforzada.

Fuente: Elaboración propia.

El concreto utilizado para la construcción de esta losa fue de 21 MPa y se utilizaron mallas electro soldadas de diferente calibre como refuerzo en la parte superior e inferior de esta, el detalle de la ubicación de estas se muestra en la Ilustración 25 y la Ilustración 26.

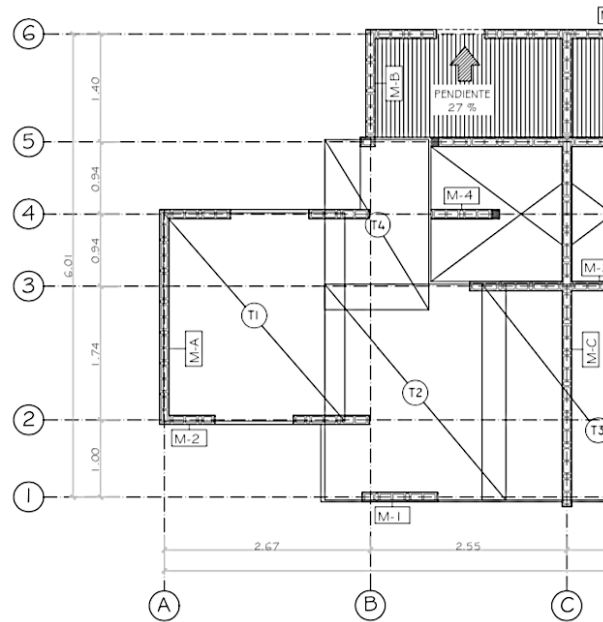


Ilustración 25. Detalle refuerzo superior.

Fuente: RM ingeniería estructural.

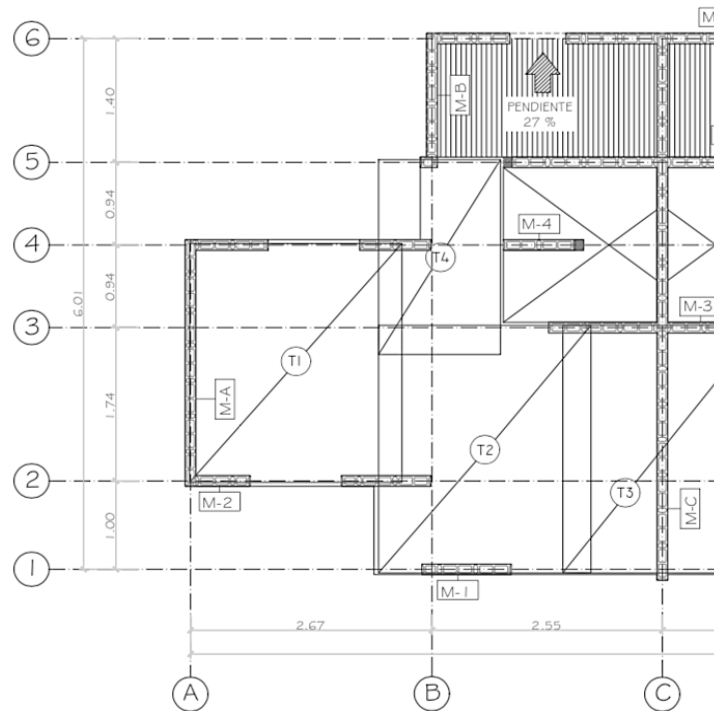


Ilustración 26. Detalle refuerzo inferior

Fuente: RM ingeniería estructural.

A continuación, se muestran las especificaciones de las diferentes mallas usadas para un grupo de 4 viviendas.

Tabla 10. Cuadro de refuerzos.

CUADRO DE REFUERZOS LOSA ENTREPISO - 4 CASAS					
TIPO	CANTIDAD (4 CASAS)	SENTIDO LONGITUDINAL		SENTIDO TRANSVERSAL	
		GRAFIL	DIMENSION	GRAFIL	DIMENSION
REFUERZO SUPERIOR DE LOSA					
T1	3	1Ø 6,00 MM @0,15	2,35	1Ø 6,00 MM @0,15	2,7
T2	4	1Ø 6,00 MM @0,15	2,35	1Ø 6,00 MM @0,15	2,8
T3	2	1Ø 6,00 MM @0,15	2,2	1Ø 6,00 MM @0,15	2,8
T4	4	1Ø 6,00 MM @0,15	1,35	1Ø 6,00 MM @0,15	2,2
T5	2	1Ø 6,00 MM @0,15	1,5	1Ø 6,00 MM @0,15	2,7
REFUERZO INFERIOR DE LOSA					
T1	3	1Ø 7,00 MM @0,15	2,35	1Ø 7,00 MM @0,15	2,7
T2	4	1Ø 7,00 MM @0,15	2,35	1Ø 7,00 MM @0,15	2,8
T3	2	1Ø 7,00 MM @0,15	2,2	1Ø 7,00 MM @0,15	2,8
T4	4	1Ø 7,00 MM @0,15	1,35	1Ø 7,00 MM @0,15	2,2
T5	2	1Ø 7,00 MM @0,15	1,5	1Ø 7,00 MM @0,15	2,7

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a la presentación de las condiciones y características detalladas sobre las cuales se realizó la comparación, se procedió a realizar la estructura de costos directos e indirectos.

6.1. COSTOS DIRECTOS

Partiendo de los datos anteriormente expuestos, en pro de cumplir con el objetivo general de este trabajo investigativo, se realizó el análisis de costos directos correspondientes a ambos sistemas constructivos. Primeramente, se llevó a cabo la actualización de los APUS de mampostería reforzada ya existentes. Posterior a esto, se realizaron los APUS del sistema Steel Framing.

Los costos de mano de obra usados en este análisis corresponden al año 2019, basándose en un salario mínimo legal mensual vigente de \$828.116 y un subsidio de transporte de \$97.032. Estos costos se presentan por día para el personal operativo y por mes para personal administrativo, teniendo en cuenta prestaciones, parafiscales y sistema integral de seguridad social. A continuación, se presenta el análisis de los salarios en detalle:

Tabla 11. Costos mano de obra personal administrativo.

PERSONAL ADMINISTRATIVO						
IT	PERSONAL	FACTOR SALARIO	SALARIO BRUTO MENSUAL	PRESTACIONES		SALARIO MENSUAL + PRESTACIONES
				(%)	PREST MENSUAL	
3,01	Director de obra	8	\$ 6.624.928,00	86,19%	\$ 5.710.025,44	\$ 12.334.953,44
3,02	Residente de obra N°1	4	\$ 3.312.464,00	86,19%	\$ 2.855.012,72	\$ 6.167.476,72
3,03	Residente de obra N°2	4	\$ 3.312.464,00	86,19%	\$ 2.855.012,72	\$ 6.167.476,72
3,04	Especialista en hidraulica	3	\$ 2.484.348,00	86,19%	\$ 2.141.259,54	\$ 4.625.607,54
3,05	Residente Ambiental	3	\$ 2.484.348,00	86,19%	\$ 2.141.259,54	\$ 4.625.607,54
3,06	Residente SISO	3	\$ 2.484.348,00	86,19%	\$ 2.141.259,54	\$ 4.625.607,54
3,07	Especialista en calidad	3	\$ 2.484.348,00	86,19%	\$ 2.141.259,54	\$ 4.625.607,54
3,08	Contador	2	\$ 1.656.232,00	95,47%	\$ 1.581.204,69	\$ 3.237.436,69
3,09	Secretaria	1,5	\$ 1.242.174,00	99,47%	\$ 1.235.590,48	\$ 2.477.764,48
3,10	Almacenista	1,5	\$ 1.242.174,00	99,47%	\$ 1.235.590,48	\$ 2.477.764,48
3,11	Mecánico	1,5	\$ 1.242.174,00	99,47%	\$ 1.235.590,48	\$ 2.477.764,48
3,12	Auxiliar en obra	1,5	\$ 1.242.174,00	99,47%	\$ 1.235.590,48	\$ 2.477.764,48
3,13	Chofer	1,2	\$ 993.739,00	103,47%	\$ 1.028.221,74	\$ 2.021.960,74

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Costos mano de obra personal operativo.

PERSONAL OPERATIVO							
IT	DESCRIPCIÓN	FACTOR SALARIO	SALARIO BRUTO		PRESTACIONES		SALARIO DIARIO MAS PRESTACIONES
			VR / MES	JORN (30)	(%)	PREST DIARIA	
1,1	Maestro de Obra	2	\$1.656.232,00	\$ 55.207,73	95,47%	\$ 52.706,82	\$ 107.915
1,2	Oficial Eléctrico	2	\$1.656.232,00	\$ 55.207,73	95,47%	\$ 52.706,82	\$ 107.915
1,3	Topografo	2	\$1.656.232,00	\$ 55.207,73	95,47%	\$ 52.706,82	\$ 107.915
1,4	Cadenero	1,5	\$1.242.174,00	\$ 41.405,80	99,47%	\$ 41.186,35	\$ 82.592
1,6	Metalmecánico	2	\$1.656.232,00	\$ 55.207,73	95,47%	\$ 52.706,82	\$ 107.915
1,7	Fontanero	2	\$1.656.232,00	\$ 55.207,73	95,47%	\$ 52.706,82	\$ 107.915
1,8	Herrero	1,5	\$1.242.174,00	\$ 41.405,80	99,47%	\$ 41.186,35	\$ 82.592
2,1	Oficial de obra	1,2	\$ 993.739,00	\$ 33.124,63	103,47%	\$ 34.274,06	\$ 67.399
3,1	Ayudante de obra	1	\$ 828.116,00	\$ 27.603,87	107,47%	\$ 29.665,88	\$ 57.270
3,2	Ayudante eléctrico	1,2	\$ 993.739,00	\$ 33.124,63	103,47%	\$ 34.274,06	\$ 67.399
3,3	Ayudante hidraulico	1,2	\$ 993.739,00	\$ 33.124,63	103,47%	\$ 34.274,06	\$ 67.399
3,4	Ayudante	1	\$ 828.116,00	\$ 27.603,87	107,47%	\$ 29.665,88	\$ 57.270

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11 y Tabla 12 en la columna “FACTOR SALARIO” corresponde al número de salarios mínimos legales vigentes que devenga el trabajador de acuerdo a su especialidad o cargo dentro de la obra.

Por otro lado, el cálculo de prestaciones sociales se presenta detalladamente en el Anexo 1. Se obtuvo el factor prestacional de acuerdo a lo estipulado por la ley para el personal que devenga 1, 1.2, 1.5, 2 y mas de 2 salarios mínimos legales vigentes.

Posterior a la obtención del factor prestacional, en la Tabla 13 se realizó el calculo del “Factor prestacional por hora efectiva a laborar” el cual resulta de la multiplicación del valor hora efectiva a laborar por el número de horas calendario en un año, el resultado se presenta en porcentaje, se tomó como base el salario anual básico y a este factor se le resto un 100% correspondiente al valor de la hora calendario o salario base. Para así obtener el porcentaje de prestaciones mensuales y diarias usado en la Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 13. Calculo de valor hora efectiva calendario.

CALCULO DE VALOR DE HORA EFECTIVA CALENDARIO					
DATOS BASICOS PARA CALCULO DE HORA EFECTIVA Y PRESTACION REAL A PAGAR POR TRABAJADOR					
HORAS CALENDARIO EN UN AÑO (360 X 8 HR AL DIA)					2.880,00
HORAS HABLES PARA TRABAJAR (DESCONTANDO 52 DOMINGOS, 16 FESTIVOS Y 3 DIAS DE PERMISO)					2.312,00
Salario devengado por el personal	1 SMMLV	1,2 SMMLV	1,5 SMMLV	2 SMMLV	> 2 SMMLV
Factor prestacional	166,55%	163,34%	160,13%	156,92%	149,47%
Salario anual basico	\$9.937.392	\$11.924.870	\$14.906.088	\$19.874.784	\$24.843.480
Salario anual incluyendo prestaciones	\$16.550.798	\$19.478.080	\$23.869.005	\$31.187.211	\$37.134.006
Valor hora calendario	\$5.747	\$6.763	\$8.288	\$10.829	\$12.894
Valor hora efectiva a laborar	\$7.159	\$8.425	\$10.324	\$13.489	\$16.061
Salario diario nominal	\$27.604	\$33.125	\$41.406	\$55.208	\$69.010
Salario diario con prestaciones sociales	\$45.974	\$54.106	\$66.303	\$86.631	\$103.150
Salario anual/horas calendario anual	\$3.450	\$4.141	\$5.176	\$6.901	\$8.626
FACTOR PRESTACIONAL POR HORA EFECTIVA A LABORAR	207,47%	203,47%	199,47%	195,47%	186,19%

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, los presupuestos generales correspondientes a cada sistema constructivo, se encuentran en el Anexo 2, estos están compuestos por capítulos y estos a su vez por ítems, cada ítem cuenta con su respectivo análisis de precio unitario, en el cual se explica en detalle materiales, cantidades, precios y rendimientos necesarios para su elaboración, estos se encuentran en el Anexo 3.

En la Tabla 14 se muestra un resumen por capítulo en el cual se evidencia si se presentó una diferencia entre los costos de cada sistema constructivo, junto con el porcentaje de diferencia que equivale construir con el sistema Steel Framing ante el de mampostería reforzada, de ser positivo, significa que se presentó un aumento y de ser negativo una disminución.

Tabla 14. Cuadro comparativo costos directos.

CIUDAD DEL BICENTENARIO					
COSTO DIRECTO VIVIENDAS					
		MAMPOSTERIA REFORZADA	STEEL FRAMING	DIFERENCIA	PORCENTAJE DIFERENCIA
cap.	ACTIVIDAD	VR.PARCIAL	VR.PARCIAL		
I	PRELIMINARES	\$6.522	\$6.522	\$0	0%
II	EXCAVACIONES Y RELLENOS	\$603.036	\$603.036	\$0	0%
III	ESTRUCTURALES	\$10.416.667	\$4.388.693	-\$6.027.973	-58%
IV	MAMPOSTERIA/ STEEL FRAMING	\$5.175.790	\$17.911.649	\$12.735.859	246%
V	ARQUITECTONICOS	\$661.235	\$235.957	-\$425.278	-64%
VI	PISOS Y ENCHAPES	\$515.004	\$515.004	\$0	0%
VII	CUBIERTA	\$1.543.662	\$1.543.662	\$0	0%
VIII	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE APARATOS	\$579.423	\$579.423	\$0	0%
IX	INSTALACIONES HIDRAULICO-SANITARIAS	\$1.239.896	\$1.239.896	\$0	0%
X	CARPINTERIA Y VENTANERÍA	\$1.843.571	\$1.843.571	\$0	0%
XI	PINTURA	\$353.981	\$353.981	\$0	0%
XII	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	\$2.085.438	\$2.085.438	\$0	0%
XIII	INSTALACIONES DE GAS	\$350.000	\$350.000	\$0	0%
XIV	VARIOS	\$1.252.756	\$1.252.756	\$0	0%
COSTO DIRECTO UNA VIVIENDA		\$26.626.981	\$32.906.327	\$ 6.282.607	23,6%

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 14 los costos directos al construir esta vivienda en Steel Framing equivalen a \$6.282.607 por encima del valor que corresponde a la realización de la misma vivienda en el sistema de mampostería reforzada, este valor equivale a una diferencia del 23,6% con respecto al precio de una vivienda construida en mampostería reforzada. Muchos de los capítulos mostrados en los presupuestos anteriores mantienen sus costos independientemente del sistema constructivo usado, sin embargo, se observa variación de los precios en 3 capítulos, detalle que se explica a continuación.

6.1.1 Estructura

En este capítulo se genera una diferencia de precios debido a que el sistema Steel Framing tiene un menor peso en su estructura, por lo tanto, las dimensiones de sus cimientos son menores que las del sistema de mampostería reforzada. A continuación, se observan los APUS de las vigas de cimentación usadas en cada sistema.

Tabla 15. APU viga cimentación 0.3 x 0.3

Item 3,1	Viga de cimentación 30x30				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial
Vibrador de concreto		Día	1	\$ 33.000,00	80	\$ 413
Herramientas menores		Global	1	\$ 100,00	4	\$ 25
Sub Total						\$ 438
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto 3000 psi		2%	M3	0,09	\$ 276.036	\$ 25.340
Cativo			Pie	0,5	\$ 2.900	\$ 1.450
Puntillas			Lbs	0,05	\$ 3.500	\$ 175
Alambre negro			Kg	0,1	\$ 4.000	\$ 400
Acero de refuerzo cort, figurado y colocado			Kg	8	\$ 3.136	\$ 25.088
Impermeabilización con emulsión asfáltica			M2	4,5	\$ 5.000	\$ 22.500
Sub Total						\$ 74.953
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Día	4	\$ 57.270,00	25	\$ 9.163
Oficial		Día	1	\$ 82.592,00	25	\$ 3.304
Oficial Carpintero		Día	1	\$ 67.399,00	25	\$ 2.696
Sub Total						\$ 15.163
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 90.554

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. APU. viga de cimentación 0.25 x 0,2

Item A3,1	Viga de cimentación 25x20 Steel Framing				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Vibrador de concreto		Día	1	\$ 33.000,00	80	\$ 413
Herramientas menores		Global	1	\$ 100,00	4	\$ 25
Sub Total						\$ 438
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto 3000 psi		2%	M3	0,05	\$ 19.090	\$ 974
Cativo			Pie	0,5	\$ 2.900	\$ 1.450
Puntillas			Lbs	0,05	\$ 3.500	\$ 175
Alambre negro			Kg	0,1	\$ 4.000	\$ 400
Acero de refuerzo cort, figurado y			Kg	6,5	\$ 3.136	\$ 20.384
Impermeabilización con emulsión			M2	3,375	\$ 5.000	\$ 16.875
Sub Total						\$ 40.258
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Día	4	\$ 57.270,00	25	\$ 9.163
Oficial		Día	1	\$ 82.592,00	25	\$ 3.304
Oficial Carpintero		Día	1	\$ 67.399,00	25	\$ 2.696
Sub Total						\$ 15.163
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 55.858

Fuente: Elaboración propia.

Las variantes principales entre ambos apus corresponden a la cantidad de concreto requerida para la realización de la viga de cimentación, como también los kg de acero de refuerzo y la impermeabilización de esta, lo cual genera una diferencia por metro lineal de \$34.696.

Así mismo se presentó una variación entre el precio del ML de la viga de cimentación para patio usada para la elaboración del presupuesto de cada sistema constructivo, los apus correspondientes a este ítem son:

Tabla 17. APU viga de cimentación 0.3 x 0.3 patio.

Item 3,2	Viga de cimentación 30x30 para patio				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta						
	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Vibrador de concreto	Día	1	\$ 33.000,00	80	\$ 413	
Herramientas menores	Global	1	\$ 100,00	4	\$ 25	
Sub Total					\$ 438	
2. Materiales						
	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Concreto 3000 psi	1%	M3	0,09	\$ 276.036	\$ 25.092	
Cativo		Pie	0,5	\$ 2.900	\$ 1.450	
Puntillas		Lbs	0,05	\$ 3.500	\$ 175	
Acero de refuerzo cort, figurado y coloc		Kg	4,5	\$ 3.136	\$ 14.112	
Sub Total					\$ 40.829	
3. Mano de Obra						
	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Día	4	\$ 57.270,00	25	\$ 9.163	
Oficial	Día	1	\$ 67.867,00	25	\$ 2.715	
Oficial Carpintero	Día	1	\$ 67.399,00	25	\$ 2.696	
Sub Total					\$ 14.574	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 55.840	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. APU viga de cimentación 0.25 x 0.2 patio

Item A3,2	Viga de cimentación 25x20 para patio				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta						
	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Vibrador de concreto	Día	1	\$ 33.000,00	80	\$ 413	
Herramientas menores	Global	1	\$ 100,00	4	\$ 25	
Sub Total					\$ 438	
2. Materiales						
	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Concreto 3000 psi	1%	M3	0,05	\$ 232	\$ 12	
Cativo		Pie	0,5	\$ 2.900	\$ 1.450	
Puntillas		Lbs	0,05	\$ 3.500	\$ 175	
Acero de refuerzo cort, figurado y coloc		Kg	3,5	\$ 3.136	\$ 10.976	
Sub Total					\$ 12.613	
3. Mano de Obra						
	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Día	4	\$ 57.270,00	25	\$ 9.163	
Oficial	Día	1	\$ 67.867,00	25	\$ 2.715	
Oficial Carpintero	Día	1	\$ 67.399,00	25	\$ 2.696	
Sub Total					\$ 14.574	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 27.624	

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que las vigas de cimentación para la vivienda, las principales variables son la cantidad de concreto usado y el acero de refuerzo requerido, esto genera una variación de \$28.216 por ML.

Por otra parte, el sistema Steel Framing no requiere ítems como “vigas de amarre superior” “viga corona” “mojinetes” “celdas mortero de inyección” y “viga canal” debido a que los paneles ya las incluyen o poseen otros elementos estructurales que cumplen sus funciones.

A continuación, se muestra otro de los ítems más representativos del capítulo “estructura” en presupuesto de mampostería reforzada:

Tabla 19. Placa entrepiso mampostería

Item 3,9	PLACA ENTREPISO				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 100,00	4	\$ 25	
Vibrador de concreto	Día	1	\$ 30.000,00	80	\$ 375	
Sub Total					\$ 400	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Concreto 3000 psi	1%	M3	0,1	\$ 276.036	\$ 27.880	
Puntillas		Lbs	0,05	\$ 2.500	\$ 125	
Alambre negro		Kg	0,1	\$ 4.000	\$ 400	
Acero de refuerzo cort, figurado y coloc		UNID	1	\$ 35.000	\$ 35.000	
Formaleta		UNID	1	\$ 25.000	\$ 25.000	
Sub Total					\$ 88.405	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Día	4	\$ 57.270,00	5	\$ 45.816	
Oficial	Día	1	\$ 67.399,00	5	\$ 13.480	
Oficial Carpintero	Día	1	\$ 67.399,00	5	\$ 13.480	
Sub Total					\$ 72.776	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 161.580	

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 19, este ítem tiene un costo directo unitario de \$161.580. mientras que en el presupuesto de Steel Framing se eliminó este ítem del capítulo estructurales, debido a que la placa entrepiso está incluida en el capítulo “Steel Framing” ya que en conjunto con muros y cubierta forman la estructura de este sistema constructivo.

6.1.2. Mampostería/Steel Framing

El capítulo 4 de cada presupuesto tiene un nombre distinto de acuerdo al sistema constructivo, debido los diferentes componentes propios de cada sistema. El análisis correspondiente a los ítems de mampostería se encuentra en los APUS en el Anexo 3.

Por otro lado, para calcular los precios correspondientes a muros, entresijos y cubierta del sistema Steel Framing se realizó tomando como referencia la propuesta económica brindada por la empresa MATECSA SAS la cual incluía el suministro de materiales para estructura metálica y mano de obra. Debido al volumen de viviendas a construir la empresa realizó un descuento del 10% en los materiales de la estructura metálica y 50% de descuento en la mano de obra quedando así:

Tabla 20. Cotizaciones materiales para estructura en Steel Framing

APLICACIÓN	PRECIO	PRECIO -10% DE DESCUENTO
PANELES MUROS TOTAL	\$ 4.474.240	\$ 4.026.816
PANELES ENTREPISO	\$ 1.201.200	\$ 1.081.080
PANELES CUBIERTA	\$ 732.240	\$ 659.016
VIGAS Y COLUMNAS	\$ 658.979	\$ 593.081
FIJACIONES	\$ 650.000	\$ 585.000
REFUERZOS	\$ 529.999	\$ 476.999
CONEXIONES Y ACC. DE ANCLAJE	\$ 600.666	\$ 540.599
Sub total	\$ 8.847.324	\$ 7.962.592
IVA (19%)	\$ 1.680.992	\$ 1.512.892
TOTAL	\$ 10.528.316	\$ 9.475.484

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Cotización mano de obras sistema Steel Framing.

APLICACIÓN	PRECIO	PRECIO -50% DE DESCUENTO
ENSAMBLE Y MONTAJE	\$ 5.665.000	\$ 2.832.500
Sub total	\$ 5.665.000	\$ 2.832.500
IVA (19%)	\$ 1.076.350	\$ 538.175
TOTAL	\$ 6.741.350	\$ 3.370.675

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que el análisis se realizó por m², se calculó el área correspondiente a muros, entresijo y cubierta para así calcular su valor en m². En el caso de las vigas y columnas se dividieron entre el número de muros ya que estas hacen parte del sistema de muros, así mismo los refuerzos se incluyeron en el precio de los muros. Por otra parte, las fijaciones y conexiones de anclaje se dividieron la suma total del área de muros, entresijo y cubierta, quedando sus precios por m² de la siguiente manera:

Tabla 22. Calculo costo m2. Fuente: Propia

APLICACIÓN	PRECIO	PRECIO -10% DE DESCUENTO	M2	PRECIO M2	PRECIO M2 + IVA
PANELES MUROS TOTAL	\$ 4.474.240	\$ 4.026.816	\$ 147	\$ 27.371	\$ 32.571
PANELES ENTREPISO	\$ 1.201.200	\$ 1.081.080	\$ 17	\$ 63.593	\$ 75.676
PANELES CUBIERTA	\$ 732.240	\$ 659.016	\$ 25	\$ 26.256	\$ 31.244
VIGAS Y COLUMNAS	\$ 658.979	\$ 593.081	\$ 147	\$ 4.031	\$ 4.797
FIJACIONES	\$ 650.000	\$ 585.000	\$ 189	\$ 3.092	\$ 3.679
REFUERZOS	\$ 529.999	\$ 476.999	\$ 147	\$ 3.242	\$ 3.858
CONEXIONES Y ACC. DE ANCLAJE	\$ 600.666	\$ 540.599	\$ 189	\$ 2.857	\$ 3.400

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, la mano de obra requerida para la instalación de este tipo de estructura simplemente requiere tener conocimientos en perfilería metálica, según datos suministrados por la empresa MATECSA SAS para la instalación de esta se requiere una cuadrilla de 6 personas conformada por 4 ayudantes y 2 oficiales, dividida en dos partes al momento de llevar a cabo la instalación de la vivienda. Un oficial y dos ayudantes se encargan de la perforación y anclaje de la estructura. Por otro lado, el segundo oficial junto con dos ayudantes se encarga del levante de los muros. Dicha cuadrilla tiene un rendimiento de 23 m2 por día, de acuerdo a este rendimiento una vivienda de este proyecto estaría construida en su totalidad la estructura metálica en 8 días.

En las siguientes tablas se muestran en detalle los APUS correspondientes a la estructura en Steel Framing.

Tabla 23. APU estructura SF muro.

Item A4,1	Estructura SF muros				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200,00	
Sub Total					\$ 200	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Paneles muros Perfil S894116 grado 33		M2	1	\$ 32.571	\$ 32.571,45	
Vigas y columnas		M2	1	\$ 4.797	\$ 4.797,22	
Fijaciones		M2	1	\$ 3.679	\$ 3.679,05	
Refuerzos		M2	1	\$ 3.858	\$ 3.858,27	
conexiones y acc de anclaje		M2	1	\$ 3.400	\$ 3.399,82	
Sub Total					\$ 48.306	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Día	4	\$ 57.270,00	23	\$ 9.960	
Oficial	Día	2	\$ 67.867,00	23	\$ 5.901	
Sub Total					\$ 15.861	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 64.367	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. APU estructura SF cubierta.

Item A4,2	Estructura SF cubierta			Unidad	M2	
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200,00
				Sub Total		\$ 200
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Paneles cubierta perfil S894118			M2	1	\$ 31.244	\$ 31.244,18
Fijaciones			M2	1	\$ 3.679	\$ 3.679,05
conexiones y acc de anclaje			M2	1	\$ 3.400	\$ 3.399,82
				Sub Total		\$ 38.323
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	4	\$ 57.270,00	23	\$ 9.960
Oficial		Dia	2	\$ 67.867,00	23	\$ 5.901
				Sub Total		\$ 15.861
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 54.385

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. APU estructura SF entrepiso.

Item A4,3	Estructura SF entrepiso			Unidad	M2	
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200,00
				Sub Total		\$ 200
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Paneles entrepiso perfil S1504116 Grd. 3		1%	M2	1	\$ 75.676	\$ 76.432,36
Fijaciones			M2	1	\$ 3.679	\$ 3.679,05
conexiones y acc de anclaje			M2	1	\$ 3.400	\$ 3.399,82
				Sub Total		\$ 83.511
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	5	\$ 57.270,00	24	\$ 11.931
Oficial		Dia	2	\$ 67.867,00	24	\$ 5.656
				Sub Total		\$ 17.587
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 101.298

Fuente: Elaboración propia.

En este capítulo, también se incluyó debido a su función estructural los paneles exteriores e interiores, junto con los paneles para el entrepiso. Los APUS correspondientes a estos paneles son mostrados en detalle a continuación:

Tabla 26. APU revestimiento muros exteriores.

Item A4,4	Revestimientos muros exteriores				Unidad	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 3.000,00	1	\$ 3.000,00
Sub Total						\$ 3.000
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Superboard 10mm Placa Fibrocemento		5%	m2	1	\$ 21.597	\$ 22.676,85
Tornillo autoperforante 3,5x25 mm.			unid	19	\$ 16,25	\$ 308,75
pasta de agarre			kg	0,1	\$ 152,25	\$ 15,23
pasta para juntas sikadur panel			kg	0,2	\$ 39.000,00	\$ 7.800,00
cinta de juntas			ml	1,6	\$ 2.363,35	\$ 3.781,36
Sub Total						\$ 34.582
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	15	\$ 3.818
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	15	\$ 4.524
Sub Total						\$ 8.342
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 45.925

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. APU Revestimiento muro interior.

Item A4,5	Revestimiento muros interiores				Unidad	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 100,00	1	\$ 100,00
Sub Total						\$ 100
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
lamina yeso carton		5%	m2	1	\$ 10.197,00	\$ 10.706,85
Tornillo autoperforante 3,5x25 mm.			unid	19	\$ 16,25	\$ 308,75
pasta de agarre			kg	0,1	\$ 152,25	\$ 15,23
pasta para juntas			kg	0,3	\$ 1.103,35	\$ 331,01
cinta de juntas			ml	1,6	\$ 2.363,35	\$ 3.781,36
Sub Total						\$ 15.143
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	15	\$ 3.818
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	15	\$ 4.524
Sub Total						\$ 8.342
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 23.586

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 27. APU revestimiento entrepiso.

Item A4,6	Revestimiento entrepiso Steel Framing			Unidad	M2	
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 3.000,00	1	\$ 3.000,00
Sub Total						\$ 3.000
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
lamina entrepiso fibrocemento 17 mm		5%		1	\$ 40.500,00	\$ 42.525,00
tornilleria			%(lamina)	0,05	\$ 40.500,00	\$ 2.025,00
Banda autoadhesiva desolidarizante de espuma de poliuretano			m	1,2	\$ 700,00	\$ 840,00
lamina yeso carton		5%	m2	1	\$ 10.197,00	\$ 10.706,85
Tornillo autoperforante 3,5x25 mm.			unid	19	\$ 16,25	\$ 308,75
pasta de agarre			kg	0,1	\$ 152,25	\$ 15,23
pasta para juntas			kg	0,3	\$ 1.103,35	\$ 331,01
cinta de juntas			ml	1,6	\$ 2.363,35	\$ 3.781,36
Sub Total						\$ 60.533
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	30	\$ 1.909
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	30	\$ 2.262
Sub Total						\$ 4.171
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 67.704

Fuente: Elaboración propia.

En este capítulo, el Steel Framing debido a los altos costos de sus componentes estructurales presenta una diferencia de \$ 12.735.859 mayor que el sistema de mampostería reforzada.

6.1.3. Arquitectónico

En este capítulo se presenta una diferencia de \$425.278 en el cual el Steel Framing presenta una disminución con base al sistema de mampostería reforzada, debido a la eliminación del ítem 5,2 “Pañete en fachada mortero 1:4” el cual no es necesario para el sistema Steel Framing ya que los paneles de fibrocemento ubicados en la fachada de la vivienda tienen una superficie lisa y lista para aplicar pintura o estuco.

6.2. CRONOGRAMA DE OBRA

Posterior a la realización de los costos directos, se dio inicio a la elaboración de los cronogramas de obra correspondiente a cada sistema constructivo, basados en la experiencia

de los investigadores, rendimientos de personal y maquinaria para la realización de las distintas tareas requeridas. Así mismo, se contó con la colaboración de la empresa MATECSA para la realización del cronograma de obras correspondiente a Steel Framing.

Es importante resaltar que ambos cronogramas fueron realizados en el mismo intervalo de tiempo, teniendo en cuenta los mismos días festivos y fechas calendario con el fin de obtener una comparación equilibrada.

EL cronograma de obras correspondiente al sistema de mampostería reforzada fue suministrado por el Ing. Jorge Álvarez, este se encuentra en el Anexo 4. En el se evidencia que la construcción de las 298 viviendas requiere un tiempo de 221 días, empezando el 10 de junio del 2017 y finalizando 10 de abril del 2018, es decir, una duración de 9 meses.

Por otra parte, el cronograma de obra del sistema Steel Framing se elaboró partiendo de las tareas en común ya estipuladas en el cronograma de obra de mampostería reforzada, se hizo de esa manera debido a que este ya fue materializado y se cumplió exitosamente, tanto en tiempos como en costos, lo cual evidencia una buena planeación del proyecto por parte de los constructores. A dicho cronograma se le añadieron las nuevas tareas correspondientes al Steel Framing y se eliminaron todas aquellas que no hacían parte del proceso constructivo del sistema en cuestión, también se cambió la correlación de las tareas debido a que el sistema de Steel Framing tiene una secuencia constructiva distinta a la de mampostería reforzada. Teniendo en cuenta todas estas consideraciones se realizó el cronograma de obra del sistema Steel Framing, este se encuentra en el Anexo 5. En el podemos observar que el proyecto realizado en Steel Framing se estima que tendrá una duración de 151 días, empezando el día 10 de junio del 2017 y finalizando el día 15 de enero del 2018, es decir, una duración de 6 meses.

Tabla 28. Comparación cronograma de obras.

CIUDAD DEL BICENTENARIO				
TIEMPOS DE OBRA				
	MAMPOSTERIA REFORZADA	STEEL FRAMING	DIFERENCIA	PORCENTAJE DIFERENCIA
DURACIÓN CRONOGRAMA DE OBRAS	221	151	-70	-32%

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar una comparación entre las duraciones de obras de ambos sistemas se obtiene una diferencia de 70 días, lo que equivale a una reducción por parte del Steel Framing del 32% del tiempo usado para la ejecución de la obra en mampostería reforzada.

6.3. COSTOS INDIRECTOS

Partiendo de las duraciones estimadas de los cronogramas de obra de cada sistema constructivo, se procedió a calcular las estructuras de costos indirectos asociados a la construcción de las viviendas, dichos costos están conformados por: administración, imprevistos, utilidad y IVA sobre utilidad.

Los costos indirectos mencionados anteriormente se calcularán en porcentajes, tomando como base el costo directo de la obra, el cual varía de acuerdo al sistema constructivo usado. El costo directo para cada sistema resulta de la suma del costo directo de las 298 viviendas a construir según su sistema constructivo, más el costo directo de urbanismo equivalente a \$1.660.287.133, dicho valor corresponde al año 2017, sin embargo, debido a que la actualización del precio de urbanismo no se encuentra dentro del alcance de este proyecto, se decidió adicionar un 5,18% de su valor total, equivalente al aumento que ha tenido a través de los años, quedando así un costo indirecto de \$1.746.290.006.

La estructura de costos indirectos del sistema de mampostería reforzada fue realizada por la empresa ZARZA Y GÓMEZ SAS que como se mencionó anteriormente fue la firma constructora encargada del desarrollo de la manzana 72 en Ciudad Bicentenario. Sin embargo, esta estructura de costos se elaboró con precios del año 2017, por lo que se procedió a su actualización, cambiando los valores de los salarios y precios de gastos generales correspondientes a los del año 2019. Esta es mostrada a continuación:

Tabla 29. Análisis de precios indirectos mampostería.

ANALISIS DEL A. I. U.
COSTOS INDIRECTOS
BICENTENARIO 298 VIVIENDAS DE DOS PLANTAS

COSTO DIRECTO 298 VIVIENDAS	\$ 7.934.840.385,90
COSTO DIRECTO URBANISMO	\$ 1.746.290.006,49
VALOR COSTO DIRECTO DE LA OBRA	\$ 9.681.130.392,39

A. ADMINISTRACIÓN				
1. FIJOS				
PERSONAL	JORNAL TOTAL	CANT.	TIEMPO MESES	VALOR
Director de Obra	\$ 12.334.953,44	1,0	9,0	111.014.581
Ingeniero residente	\$ 6.167.476,72	2	9,0	111.014.581
Residente administrativo	\$ 6.167.476,72	1,0	9,0	55.507.290
inspector	\$ 2.477.764,48	2	9,0	44.599.761
Almacenista	\$ 2.477.764,48	2	9,0	44.599.761
Secretaria	\$ 2.477.764,48	1	9,0	22.299.880
Ayudante	\$ 2.477.764,48	2	9,0	44.599.761
SISOS	\$ 4.625.607,54	2	9,0	83.260.936
Vigilante	\$ 2.021.960,74	11	9,0	200.174.113
Auxiliar de Almacén	\$ 2.021.960,74	1	9,0	18.197.647
TOTAL 1				735.268.310
2- GASTOS GENERALES				
ITEMS	VALOR MENSUAL	NUMERO DE MESES	VALOR	
Ensayos de laboratorio	\$500.000	8,0	4.000.000	
Papelería, empastes, tinta	\$50.000	8,0	400.000	
Copias planos, fotocopias	\$300.000	1,0	300.000	
Señales de prevención	\$100.000	4,0	400.000	
Campamento	\$4.000.000	1,0	4.000.000	
Alimentación personal (HE)	\$100.000	8,0	800.000	
Arriendo y servicios	\$1.000.000	3,0	3.000.000	
Equipos de oficina	\$180.000	8,0	1.440.000	
Instalaciones temporales	\$500.000	7,0	3.500.000	
Comisión topográfica y equipos	\$2.000.000	1,0	2.000.000	
Registro fotográfico, informes	\$150.000	8,0	1.200.000	
TOTAL 2				21.040.000
B-GASTOS DEL CONTRATO				VALOR
Pólizas Generales				240.000.000
Impuesto de timbre				40.000.000
Otros impuestos (Retefuente)				70.000.000
TOTAL 3				350.000.000
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS				\$ 1.106.308.310
PORCENTAJE DE GASTOS ADMINISTRATIVOS				11,43%

B. IMPREVISTOS				
-----------------------	--	--	--	--

ANALISIS DEL A. I. U.		
COSTOS INDIRECTOS		
BICENTENARIO 298 VIVIENDAS DE DOS PLANTAS		
1. Mayores consumos y daño de materiales		
2. Mayor costo Materiales		
3. Sobrecostos del personal		
SUBTOTAL IMPREVISTOS		
PORCENTAJE DE IMPREVISTOS		0,5%
C. UTILIDAD		
1. Utilidad esperada		\$ 290.433.912
PORCENTAJE DE UTILIDAD		3,00%
D. IVA SOBRE UTILIDAD		
1. IVA (19%) sobre utilidad esperada		\$ 55.182.443
PORCENTAJE DE IVA SOBRE UTILIDAD		0,57%
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		\$ 1.396.742.222
PORCENTAJE TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS + IVA		15,50%

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera se llevó a cabo la realización de la estructura de costos del sistema de Steel Framing, usando como base la estructura de costos de la empresa ZARZA Y GÓMEZ SAS, además se tuvieron en cuenta las mismas consideraciones que en la estructura de costos anterior, sin embargo, se cambió el tiempo de ejecución de la obra, que como se mostro anteriormente es menor que el del sistema de mampostería, el resultado de esta es mostrado a continuación:

Tabla 30. Análisis de costos indirectos Steel Framing.

ANALISIS DEL A. I. U.				
COSTOS INDIRECTOS STEEL FRAMING				
BICENTENARIO 298 VIVIENDAS DE DOS PLANTAS				
COSTO DIRECTO 298 VIVIENDAS				\$ 9.807.057.396,79
COSTO DIRECTO URBANISMO				\$ 1.746.290.006,49
VALOR COSTO DIRECTO DE LA OBRA				\$ 11.553.347.403,28
A. ADMINISTRACIÓN				
1. FIJOS				
PERSONAL	JORNAL TOTAL	CANT.	TIEMPO MESES	VALOR
Director de Obra	\$ 12.334.953,44	1,0	6,0	74.009.721
Ingeniero residente	\$ 6.167.476,72	2	6,0	74.009.721
Residente administrativo	\$ 6.167.476,72	1,0	6,0	37.004.860
inspector	\$ 2.477.764,48	2	6,0	29.733.174

ANALISIS DEL A. I. U.				
COSTOS INDIRECTOS STEEL FRAMING				
BICENTENARIO 298 VIVIENDAS DE DOS PLANTAS				
Almacenista	\$ 2.477.764,48	2	6,0	29.733.174
Secretaria	\$ 2.477.764,48	1	6,0	14.866.587
Ayudante	\$ 2.477.764,48	2	6,0	29.733.174
SISOS	\$ 4.625.607,54	2	6,0	55.507.290
Vigilante	\$ 2.021.960,74	11	6,0	133.449.409
Auxiliar de Almacén	\$ 2.021.960,74	1	6,0	12.131.764
TOTAL 1				490.178.874
2- GASTOS GENERALES				
ITEMS	VALOR MENSUAL	NUMERO DE MESES		VALOR
Ensayos de laboratorio	\$500.000	5,0		2.500.000
Papelería, empastes, tinta	\$50.000	5,0		250.000
Copias planos, fotocopias	\$300.000	1,0		300.000
Señales de prevención	\$100.000	4,0		400.000
Campamento	\$4.000.000	1,0		4.000.000
Alimentación personal (HE)	\$100.000	5,0		500.000
Arriendo y servicios	\$1.000.000	5,0		5.000.000
Equipos de oficina	\$180.000	5,0		900.000
Instalaciones temporales	\$500.000	5,0		2.500.000
Comisión topográfica y equipos	\$2.000.000	1,0		2.000.000
Registro fotográfico, informes	\$150.000	5,0		750.000
TOTAL 2				19.100.000
B-GASTOS DEL CONTRATO				VALOR
Pólizas Generales				240.000.000
Impuesto de timbre				40.000.000
Otros impuestos (Retefuente)				70.000.000
TOTAL 3				350.000.000
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS				\$ 859.278.874
PORCENTAJE DE GASTOS ADMINISTRATIVOS				7,44%
B. IMPREVISTOS				
1. Mayores consumos y daño de materiales				
2. Mayor costo Materiales				
3. Sobrecostos del personal				
SUBTOTAL IMPREVISTOS				
PORCENTAJE DE IMPREVISTOS				0,5%
C. UTILIDAD				
1. Utilidad esperada				\$ 346.600.422
PORCENTAJE DE UTILIDAD				3,00%
D. IVA SOBRE UTILIDAD				
1. IVA (19%) sobre utilidad esperada				\$ 65.854.080
% DE COSTO DIRECTO IVA SOBRE UTILIDAD				0,57%
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 1.271.733.376
PORCENTAJE TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS + IVA				11,51%

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del análisis realizado anteriormente para la estructura de costos indirectos de cada sistema, hay varios costos indirectos que están asociados al costo total de la obra y al tiempo de su ejecución como imprevistos, utilidad y el IVA sobre utilidad.

Comúnmente los porcentajes de imprevistos y utilidad varían de acuerdo a las políticas de las empresas, valor del proyecto, complejidad de la obra, ubicación geográfica, método constructivo, entre otras. Para el cálculo del porcentaje de utilidad, se decidió tomar el mismo porcentaje usado por la empresa que llevó a cabo la construcción del proyecto (ZARZA Y GÓMEZ SAS.) con el fin de obtener una comparación equilibrada entre los sistemas, lo que equivale a un 3% del valor total del costo directo de la obra.

Por otro lado, es importante destacar que el Steel Framing al ser un sistema de construcción en seco y su estructura hecha en paneles, minimiza los desperdicios en obra lo que equivale a una reducción en los costos indirectos en comparación con los de mampostería reforzada (imprevistos). Sin embargo, al no existir literatura relacionada a los desperdicios generados al utilizar este sistema constructivo ni estadísticas de proyectos en los cuales se pueda medir la incidencia de los imprevistos en el costo de la obra, se decidió conservar el mismo porcentaje de imprevistos usados en el análisis de costos indirectos de mampostería reforzada, es decir un 0,5% del valor total del costo directo de la obra.

A continuación, se muestra un resumen de los porcentajes de costos indirectos obtenidos para cada sistema constructivo por capítulo.

Tabla 31. % costos indirectos para cada sistema.

CIUDAD DEL BICENTENARIO		
% Costos indirectos		
	MAMPOSTERÍA REFORZADA	STEEL FRAMING
TIPO DE GASTO	VALOR	VALOR
ADMINISTRACION	11,43%	7,44%
IMPREVISTOS	0,5%	0,5%
UTILIDAD	3,00%	3,00%
IVA SOBRE UTILIDAD	0,57%	0,57%
COSTO INDIRECTO TOTAL + IVA UNA VIVIENDA	15,50%	11,51%

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de costo indirecto total mas IVA asociado a la construcción de este proyecto en mampostería reforzada es del 15,5% y para Steel Framing 11,51%, sobre el valor del costo directo de la vivienda.

Al aplicar estos porcentajes a los costos de las viviendas en cada sistema constructivo queda el total de sus costos indirectos de la siguiente manera:

Tabla 32. Comparación costos indirectos.

CIUDAD DEL BICENTENARIO				
COSTO INDIRECTO VIVIENDAS				
	MAMPOSTERIA REFORZADA	STEEL FRAMING	DIFERENCIA	PORCENTAJE DIFERENCIA
TIPO DE GASTO	VALOR	VALOR		
ADMINISTRACION	\$3.043.464	\$2.448.473	-\$594.991	-19,55%
IMPREVISTOS	\$133.135	\$164.548	\$31.413	23,59%
UTILIDAD	\$798.809	\$987.288	\$188.478	23,59%
IVA SOBRE UTILIDAD	\$151.774	\$187.585	\$35.811	23,59%
COSTO INDIRECTO UNA VIVIENDA	\$4.127.182	\$3.787.894	-\$339.288	-8,2%

Fuente: Elaboración propia.

Los costos indirectos de una vivienda realizada en Steel Framing son \$339.288 menos que los de mampostería reforzada, lo que equivale a una diferencia del 8,2% en comparación con el costo indirecto de la mampostería reforzada.

6.4. RESULTADOS

Luego de haber obtenido los costos directos, duración de obra y costos indirectos se procede a hallar el valor total las viviendas de acuerdo a su sistema constructivo.

Tabla 33. Comparación costos totales.

CIUDAD DEL BICENTENARIO					
COSTO DIRECTO VIVIENDAS					
		MAMPOSTERIA REFORZADA	STEEL FRAMING	DIFERENCIA	PORCENTAJE DIFERENCIA
cap.	ACTIVIDAD	VR.PARCIAL	VR.PARCIAL		
I	PRELIMINARES	\$6.522	\$6.522	\$0	0%
II	EXCAVACIONES Y RELLENOS	\$603.036	\$603.036	\$0	0%
III	ESTRUCTURALES	\$10.416.667	\$4.388.693	-\$6.027.973	-58%
IV	MAMPOSTERIA/ STEEL FRAMING	\$5.175.790	\$17.911.649	\$12.735.859	246%
V	ARQUITECTONICOS	\$661.235	\$235.957	-\$425.278	-64%
VI	PISOS Y ENCHAPES	\$515.004	\$515.004	\$0	0%
VII	CUBIERTA	\$1.543.662	\$1.543.662	\$0	0%
VIII	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE APARATOS	\$579.423	\$579.423	\$0	0%
IX	INSTALACIONES HIDRAULICO-SANITARIAS	\$1.239.896	\$1.239.896	\$0	0%
X	CARPINTERIA Y VENTANERÍA	\$1.843.571	\$1.843.571	\$0	0%
XI	PINTURA	\$353.981	\$353.981	\$0	0%
XII	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	\$2.085.438	\$2.085.438	\$0	0%
XIII	INSTALACIONES DE GAS	\$350.000	\$350.000	\$0	0%
XIV	VARIOS	\$1.252.756	\$1.252.756	\$0	0%
COSTO DIRECTO UNA VIVIENDA		\$26.626.981	\$32.906.327	\$ 6.282.607	23,6%
	TIPO DE GASTO	VALOR	VALOR		
	ADMINISTRACION	\$3.043.464	\$2.448.473	-\$594.991	-19,55%
	IMPREVISTOS	\$133.135	\$164.548	\$31.413	23,59%
	UTILIDAD	\$798.809	\$987.288	\$188.478	23,59%
	IVA SOBRE UTILIDAD	\$151.774	\$187.585	\$35.811	23,59%
COSTO INDIRECTO UNA VIVIENDA		\$4.127.182	\$3.787.894	-\$339.288	-8,2%
COSTO TOTAL UNA VIVIENDA		\$30.754.163	\$36.694.221	\$5.940.058	19,3%

Fuente: Elaboración propia.

Como se pudo observar en la Tabla 33 la vivienda construida con el sistema Steel Framing tiene un costo total de \$36.694.221, mientras que con el sistema de mampostería reforzada \$30.754.163. Construir en Steel Framing generaría un aumento de \$5.940.058 que equivalen a un 19,3% por encima de lo que costaría construir con el sistema de mampostería reforzada.

En la Ilustración 28 y la Ilustración 29 podemos observar las distribuciones finales de costos para ambos sistemas constructivos, en estos se aprecian los porcentajes de incidencia de cada capitulo en el costo total de la vivienda.

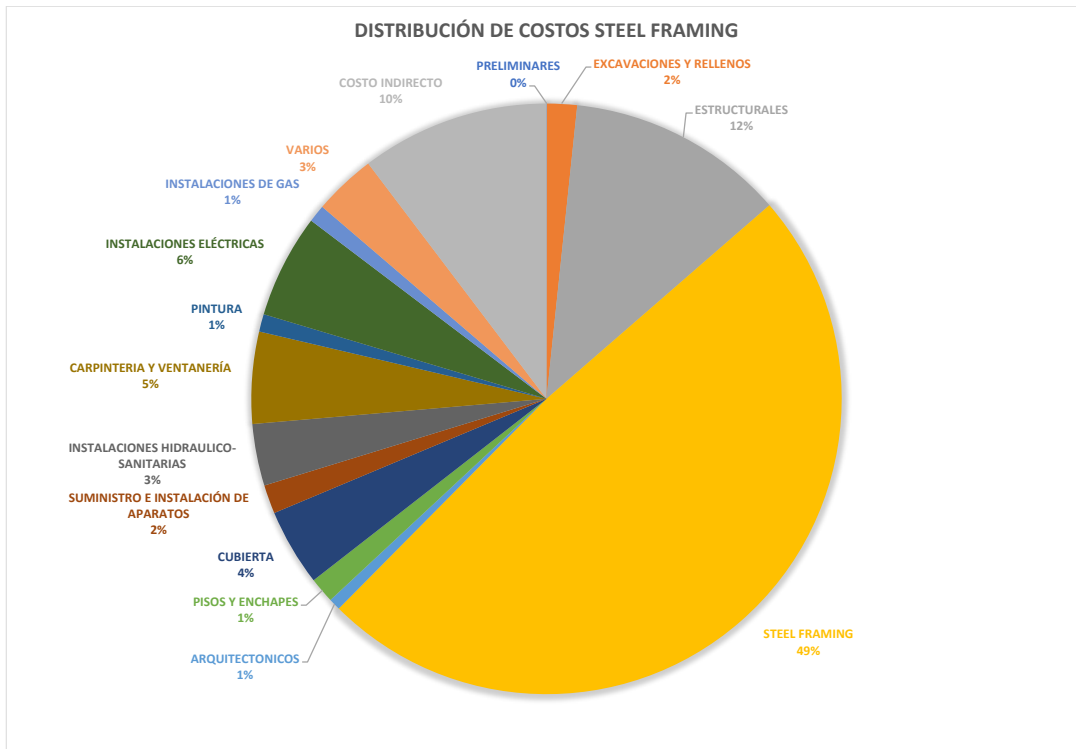


Ilustración 28. Distribución de costos Steel Framing.

Fuente: Elaboración propia.

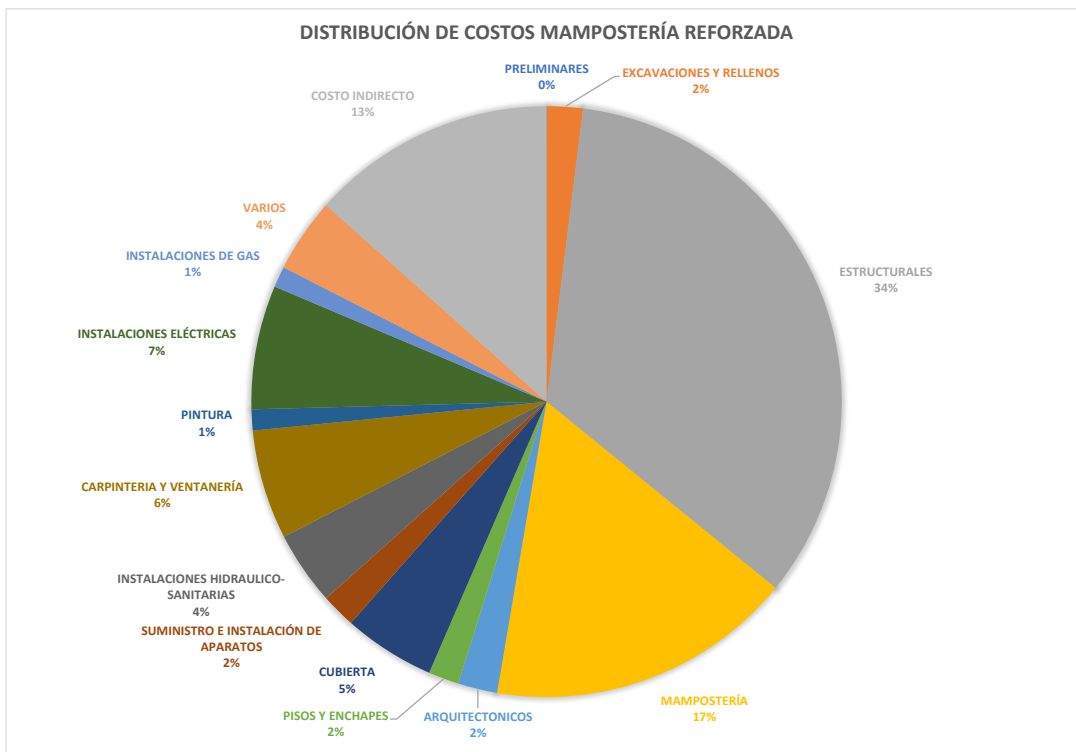


Ilustración 29. Distribución de costos Mampostería reforzada.

Fuente: Elaboración propia.

Basados en las distribuciones obtenidas en estos gráficos, se obtiene que en el sistema Steel Framing el capítulo “Steel Framing” referente a la estructura de la vivienda, con una incidencia del 49% es el que mayor gastos representa ante el costo total de la vivienda, mientras que en mampostería reforzada el mismo capítulo, con nombre “Mampostería”, tiene tan solo una incidencia del 17%, esto es debido al alto costo de la estructura del Steel Framing como se presentó anteriormente.

Por otro lado, el capítulo con mayor incidencia en los costos totales de la vivienda en mampostería es “Estructurales”, generando una incidencia del 34% del costo total de la vivienda, mientras que el mismo capítulo en el sistema Steel Framing tiene una incidencia del 12%. Esta diferencia se genera debido a la reducción de las dimensiones de la cimentación en el Steel Framing, ya que la estructura es muy liviana en comparación con la mampostería reforzada.

Con respecto a los demás capítulos tenidos en cuenta en esta comparación, ambos proyectos mantienen porcentajes muy similares de incidencia sobre los costos totales.

6.5. Ventajas y desventajas Steel Framing

Dentro de las ventajas que tenemos al construir con el sistema Steel Framing según esta investigación son:

- La obra se ejecuta el 30% menos de tiempo estimado para una construcción tradicional.
- No requiere maquinaria pesada para su instalación.
- El acero galvanizado lo hace perdurable, debido a su alta resistencia estructural, estabilidad física.
- Se puede combinar con otro tipo de sistema constructivo.
- Construcción en seco, lo cual agiliza su armado y genera unos mínimos desperdicios

- No existen restricciones respecto a las características arquitectónicas o de la ubicación geográfica de la obra para realizarse su estructura en este sistema.
- Fácil montaje, este no requiere de mano de obra especializada.
- Las instalaciones se distribuyen por el interior de la estructura, con lo que se disminuyen los tiempos de instalación y se facilitan futuras eventuales reparaciones o modificaciones.
- Sus terminaciones exteriores admiten una gran diversidad de acabados, tales como placas cementicias, revoques elastoplásticos, revoques entablonados e inclusive terminaciones tradicionales como ladrillo o piedra.
- Al construir en este sistema las paredes tienen un aspecto diferente a las de otros sistemas constructivos debido a que sus paredes son más rectas, cielorrasos y techos no tienen ondulaciones o protuberancias.

Por otro lado, las desventajas de llevar a cabo la construcción con este sistema son:

- El acero tiene una alta conductividad de calor. Por lo que será necesario gastar más en energía para climatizar su interior o adicionar una capa de aislante térmico.
- En Steel Framing el peso se distribuye entre los perfiles que conforman la estructura, por lo tanto, los elementos que transmiten o soportan cargas deben estar alineados. Ciertos diseños exigen que este principio se viole, lo que incurre en costos de acero.
- Realizar escaleras con este sistema tiene unos requerimientos de espacio mínimos.
- De realizarse la estructura con acero galvanizado sin ningún tipo de anticorrosivo este tendrá una vida útil de 20 a 40 años.

A continuación, se presenta una tabla comparativa del sistema Steel Framing con el sistema de mampostería:

Tabla 34. Comparación características de los sistemas constructivos.

	STEEL FRAMING	MAMPOSTERIA REFORZADA
Rapidez de obra	30% de ahorro en tiempos de ejecución.	Tiempo mayor por utilizar materiales húmedos.
Maquinaria y equipos de construcción	No se utilizan maquinarias pesadas, herramientas manuales de fácil uso	Se necesita maquinaria pesada, materiales de construcción pesados
Ergonomía para el trabajador	Sistema Liviano no genera problemas a la salud del trabajador.	Sistema Pesado, afecta a la larga la salud corporal del trabajador.
Resistencia a fuertes vientos	Sin problemas.	Sin problemas.
Resistencia estructural	Conocida y en la noma NSR -10.	Conocida y en la noma NSR -10.
Limpieza de obra nueva	Obra limpia y rápida.	Obra sucia con mucho desperdicio.
Consumo de agua durante el proceso constructivo	Bajo.	Alto.
Aislación térmica	Conocida y en la noma NSR -10.	Grandes pérdidas de calor y puentes térmicos.
Durabilidad	Variable de acuerdo a los paneles utilizados.	Variable de acuerdo a los materiales utilizados.
Facilidad para remodelaciones / ampliaciones	Rápidas y limpias.	Complicadas, molestas y sucias.
Resistencia a los incendios	Resistencia media.	Resistencia media.
Resistencia anti sísmica	Ideal para zonas sísmicas.	Se tiene que reforzar la estructura. Altos costos.
Protección del material	Baño de Galvanizado. Evita corrosión.	Materiales Hidrófugos. Altos costos.
Mantenimiento	Menor mantenimiento.	Mayor mantenimiento.
Subterráneo y edificaciones en subsuelos	No apto.	Apto.
Pisos	Hasta cuatro niveles.	Varia de acuerdo a los bloques utilizados.

Fuente: Elaboración propia

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez realizada esta investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

Debido al menor peso que tiene la estructura de Steel Framing en comparación con el sistema de mampostería reforzada, sus cimentaciones tienen menores dimensiones. En el caso de viviendas de uno o dos pisos, como es este caso, se requieren las dimensiones mínimas exigidas por la norma NSR – 10 lo cual implica una disminución en costos de cimentación en el orden del 45%. Es importante señalar que a medida que la estructura es más compleja y de mayor altura, se presentará una reducción más significativa en cuanto a las dimensiones de la cimentación se refiere.

Como se pudo observar, los resultados obtenidos en la investigación permiten constatar que el uso del sistema Steel Framing para la construcción de viviendas de interés social no es viable en cuanto al aspecto económico, debido a que los costos totales de las viviendas realizadas con este sistema están un 19,3% por encima del valor que costaría construir en mampostería reforzada, esto se da principalmente debido al mayor precio de la estructura conformada por paneles y perfiles, respecto a mampostería reforzada, este porcentaje no concuerda con datos encontrados en la bibliografía consultada y el estado del arte, los cuales plantean una disminución en precio respecto al sistema de mampostería tradicional. Es importante resaltar que los resultados de la literatura previa a este análisis, analizan o evalúan otro tipo de viviendas diferentes a las VIS, destinadas a un público con una capacidad adquisitiva mayor.

Por otro lado, el sistema Steel Framing en comparación con el de mampostería reforzada presenta un ahorro en tiempo bastante significativo, para este proyecto un 32% menos, lo que equivale a más de 3 meses, esto incide en los costos indirectos del Steel Framing, viéndose así un ahorro del 4% al compararlos con los de mampostería reforzada. Esta disminución, concuerda con los resultados obtenidos en la bibliografía consultada y estado del arte, con una reducción de 3 meses en el caso de estudio, lo cual equivale a un ahorro de \$125.008.846 de pesos colombianos.

Teniendo en cuenta las dos variables estudiadas en esta investigación, tiempo y costo, se concluye que no es factible la construcción de viviendas de interés social con el sistema Steel Framing, ya que los beneficios ofrecidos por este sistema para este tipo de proyecto, como menores tiempos de obra, no priman sobre el factor más importante, el cual en este caso son los costos de las viviendas, ya que al tener el menor costo posible, estas logran beneficiar a un mayor número de personas.

Existen variables importantes que no son abordadas en este estudio, pero que influyen en la utilidad del sistema para este tipo de viviendas y que pueden ser objeto de futuras investigaciones como análisis de riesgos y de inversión. Estas variables son factores relevantes al momento de hacer predominante el uso o no del sistema Steel Framing ante otros sistemas constructivos. Asimismo, es importante resaltar el nivel de acabados que ofrece el sistema Steel Framing, factor que no fue considerado en este estudio debido al tipo de viviendas a construir (De interés social), lo cual podría ser un factor importante para otro tipo de viviendas que incluya acabados.

Es pertinente llevar a cabo en futuros estudios de factibilidad la utilización del sistema constructivo Steel Framing para realizar construcciones destinadas a otros usos, como por ejemplo edificaciones industriales o comerciales en las que los beneficios brindados por el Steel Framing podrían tener un papel fundamental.

En cuanto a los costos indirectos, debido a la carencia de estadísticas y/o proyectos similares al estudiado, en donde se indiquen los imprevistos generados por el sistema Steel Framing en Colombia, se recomienda profundizar en este tema de tal forma que se pueda determinar la incidencia de los imprevistos y demás componentes en los costos indirectos.

Se recomienda la realización de futuras investigaciones en la cual se combinen ambos sistemas para la elaboración de viviendas de interés social, tomando la ventaja de los bajos costos del sistema de mampostería, junto con los beneficios de construir en Steel Framing, como la disminución de tiempos de obra y minimización de residuos, lo cual podría optimizar la estructura de costos y de tiempo, para la construcción de viviendas tipo VIS.

8. ANEXOS

Anexo 1. Calculo de prestaciones sociales.

CÁLCULO DE PRESTACIONES SOCIALES															
DESCRIPCION	Salario		prestaciones para personal devengando	prestaciones para personal devengando	prestaciones para personal devengando	prestaciones para personal devengando	prestaciones para personal devengando	prestaciones para personal devengando	prestaciones para personal devengando	prestaciones para personal devengando	%				
	Journal	80													
SALARIO	\$ 828.116,00	\$ 27.603,87	1 SMMLV	1,2 SMMLV	1,5 SMMLV	2 SMMLV	SUPERIOR A 2 SMMLV								
Subsidio de transporte	\$ 97.032,00	\$ 3.234,40													
Horas mes trabajadas	240	80													
SALARIOS BASICOS SIN APORTES PARAFISCALES															
Meses al año	A		valor	%	valor	%	valor	%	valor	%	valor	%			
Subsidio de transporte anual	B		\$ 9.937.392,00	100,00%	\$ 11.924.870,40	100,00%	\$ 14.906.088,00	100,00%	\$ 19.874.784,00	100,00%	\$ 24.843.480,00	100,00%			
			\$ 1.164.384,00	11,72%	\$ 1.164.384,00	9,76%	\$ 1.164.384,00	7,81%	\$ 1.164.384,00	5,86%					
PRESTACIONES SOCIALES DE LEY															
Cesantías	C=8,33%*(A+B)		valor	%	valor	%	valor	%	valor	%	valor	%			
Intereses de Cesantía	D=12%*C		\$ 924.777,94	8,33%	\$ 1.090.334,89	8,33%	\$ 1.338.670,32	8,33%	\$ 1.752.562,69	8,33%	\$ 2.069.461,88	8,33%			
Prima	E=8,33%*(A+B)		\$ 110.973,35	1,00%	\$ 130.840,19	1,00%	\$ 160.640,44	1,00%	\$ 210.307,52	1,00%	\$ 248.335,43	1,00%			
Vacaciones	F=50% salario devengado		\$ 924.777,94	8,33%	\$ 1.090.334,89	8,33%	\$ 1.338.670,32	8,33%	\$ 1.752.562,69	8,33%	\$ 2.069.461,88	8,33%			
			\$ 414.058,00	4,17%	\$ 496.869,60	4,17%	\$ 621.087,00	4,17%	\$ 828.116,00	4,17%	\$ 828.117,00	3,33%			
APORTES DE SEGURIDAD SOCIAL															
Seguridad Social (salud)	0% segun ley 1607 de 2012		valor	%	valor	%	valor	%	valor	%	valor	%			
Seguridad Social (pensión)	=12%A		\$ 1.192.487,04	12,00%	\$ 1.430.984,45	12,00%	\$ 1.788.730,56	12,00%	\$ 2.384.974,08	12,00%	\$ 2.981.217,60	12,00%			
Riesgos Profesionales	J=6,96%A		\$ 691.642,48	6,96%	\$ 829.970,98	6,96%	\$ 1.037.463,72	6,96%	\$ 1.383.284,97	6,96%	\$ 1.729.106,21	6,96%			
APORTES PARAFISCALES															
Caja de compensación familiar	K=4,00%A		valor	%	valor	%	valor	%	valor	%	valor	%			
SENA	0% segun ley 1607 de 2012		\$ 397.495,68	4,00%	\$ 476.994,82	4,00%	\$ 596.243,52	4,00%	\$ 794.991,36	4,00%	\$ 993.739,20	4,00%			
ICBF	0% segun ley 1607 de 2012			0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%			
FIC	2,5%		\$ 248.434,80	2,50%	\$ 298.121,76	2,50%	\$ 372.652,20	2,50%	\$ 496.869,60	2,50%	\$ 621.087,00	2,50%			
DOTACION															
seguridad industrial	G=GBL		valor	%	valor	%	valor	%	valor	%	valor	%			
Dotación	G=GBL		\$ 300.000,00	3,02%	\$ 300.000,00	2,52%	\$ 300.000,00	2,01%	\$ 300.000,00	1,51%	\$ 300.000,00	1,21%			
			\$ 450.000,00	4,53%	\$ 450.000,00	3,77%	\$ 450.000,00	3,02%	\$ 450.000,00	2,26%	\$ 450.000,00	1,81%			
FACTOR PRESTACIONAL			166,55%		163,34%		160,13%		156,92%		149,47%				

Anexo 2. Presupuesto de viviendas en mampostería reforzada y Steel Framing.

CIUDAD DEL BICENTENARIO					
Presupuesto mamposteria reforzada					
Cantidades de Obra para viviendas de DOS PLANTAS					
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VR.UNITARIO	VR.PARCIAL
I	PRELIMINARES				
1,1	Localización y replanteo	m2	32	203,8271	\$ 6.522
II	EXCAVACIONES Y RELLENOS				
2,1	Excavaciones para vigas de cimientos(.30X.30)	ml	37	\$ 6.110	\$ 226.082
2,2	Excavacion para instalaciones sanitarias	ml	15	\$ 6.110	\$ 91.655
2,3	Excavacion para desague de patio	ml	12	\$ 6.110	\$ 73.324
2,4	Excavacion para red interna de acueducto	ml	15	\$ 6.110	\$ 91.655
2,5	Rellenos	m3	3	\$ 40.107	\$ 120.320
III	ESTRUCTURALES				
3,1	Vigas de cimentación (0,30X0,30)	ml	28,5	\$ 90.554	\$ 2.580.777
3,2	Vigas de cimentación (0,30X0,30) para patio	ml	8,5	\$ 55.840	\$ 474.641
3,3	Vigas de amarre superior (0,12x0,20)	ml	24	\$ 27.256	\$ 654.143
3,4	Viga Corona (0,12x0,2)Mojinetes	ml	4,8	\$ 23.404	\$ 112.339
3,5	Plantilla de Piso (e=0,1 m)	m2	23	\$ 66.153	\$ 1.521.524
3,6	Celdas mortero de inyección	ml	120	\$ 5.329	\$ 639.509
3,7	Columneta de patio	ml	8	\$ 67.551	\$ 540.411
3,8	Escalera en concreto Incl pasamano	UN	1	\$ 500.000	\$ 500.000
3,9	Placa de entrepiso	m2	20	\$ 161.580	\$ 3.231.605
3,10	viga canal	m2	2	\$ 80.860	\$ 161.720
IV	MAMPOSTERIA				
4,1	Levante en block No. 5	m2	100	\$ 38.773	\$ 3.877.285
4,2	Levante en block No 4	m2	14	\$ 31.777	\$ 444.879
4,3	Mojinetes	m2	5,4	\$ 41.930	\$ 226.422
4,4	Acero	Kg	200	\$ 3.136	\$ 627.203
V	ARQUITECTONICOS				
5,1	Pañetes Impermeabilizado Baño y Cocina	m2	13	\$ 18.151	\$ 235.957
5,2	Pañete fachada en mortero 1: 4	m2	25	\$ 17.011	\$ 425.278
VI	PISOS Y ENCHAPES				
6,1	Enchape en baño,cocina y zona de labores	m2	13	\$ 39.616	\$ 515.004
VII	CUBIERTA				
7,1	Cubierta en lamina de asbesto-cemento	m2	25	\$ 61.746	\$ 1.543.662

VIII	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE APARATOS				
8,1	Sanitario	und	1	\$ 216.324	\$ 216.324
8,2	Lavamanos	und	1	\$ 73.524	\$ 73.524
8,3	Ducha	und	1	\$ 46.448	\$ 46.448
8,4	Lavadero	und	1	\$ 71.064	\$ 71.064
8,5	Lavaplatos	und	1	\$ 88.064	\$ 88.064
8,6	Rejilla patio	und	1	\$ 7.734	\$ 7.734
8,7	Meson en concreto	und	1	\$ 76.265	\$ 76.265
IX	INSTALACIONES HIDRAULICO-SANITARIAS				
9,1	Puntos Hidráulicos	und	6	\$ 14.005	\$ 84.029
9,2	Puntos sanitarios 2"	und	5	\$ 47.531	\$ 237.653
9,3	Punto sanitario 4"	und	1	\$ 34.107	\$ 34.107
9,4	Instalación tubería sanitaria f =4"	ml	10	\$ 19.932	\$ 199.323
9,5	Instalación tubería sanitaria f =2"	ml	8	\$ 11.626	\$ 93.006
9,6	Instalación Hidráulica	ml	12	\$ 4.763	\$ 57.153
9,7	Cajas de inspección 0,6x0,6	und	2	\$ 121.435	\$ 242.869
9,8	Desague aguas lluvias f =3"	ml	9	\$ 12.417	\$ 111.756
9,9	canaleta y bajante de aguas lluvias	un	1	\$ 180.000	\$ 180.000
X	CARPINTERIA Y VENTANERÍA				
10,1	Ventanas en aluminio 1,60x1,60	und	1	\$ 271.056	\$ 271.056
10,2	Ventanas en aluminio 0,60x0,60	und	1	\$ 101.056	\$ 101.056
10,3	Ventanas en aluminio 1.00x1,60	und	1	\$ 200.876	\$ 200.876
10,4	Ventanas en aluminio 1,20x1.20	und	1	\$ 181.056	\$ 181.056
10,5	Ventanas en aluminio 1,00x1.20	und	1	\$ 166.056	\$ 166.056
10,6	Ventanas en aluminio de 0.73x1.2	und	1	\$ 161.056	\$ 161.056
10,7	Puerta triplex para baño (0,7 m incl. Marco)	und	1	\$ 190.662	\$ 190.662
10,8	Puerta patio metalica	und	1	\$ 270.876	\$ 270.876
10,9	Puerta principal metalica	und	1	\$ 300.876	\$ 300.876
XI	PINTURA				
11,1	Fachaplast color para fachada	m2	25	\$ 14.159	\$ 353.981
XII	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				
12,1	Acometida eléctrica	gl	1	\$ 490.418	\$ 490.418
12,2	Tablero automático de 4 circuitos	und	1	\$ 79.500	\$ 79.500
12,3	Puntos eléctricos	und	20	\$ 75.776	\$ 1.515.520
XIII	INSTALACIONES DE GAS				
13,1	Instalaciones de gas domiciliario	und	1	\$ 350.000	\$ 350.000
XIV	VARIOS				
14,1	Limpieza	Gl	1	\$ 77.470	\$ 77.470
14,2	Servicios (agua, energia y gas)	GL	1	\$ 1.175.286	\$ 1.175.286
COSTO DIRECTO UNA VIVIENDA					\$ 26.626.981

CIUDAD DEL BICENTENARIO					
Presupuesto steel framing					
Cantidades de Obra para viviendas de DOS PLANTAS					
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VR.UNITARIO	VR.PARCIAL
I	PRELIMINARES				
1,1	Localización y replanteo	m2	32	203,8271	\$ 6.522
II	EXCAVACIONES Y RELLENOS				
2,1	Excavaciones para vigas de cimientos(.30X.30)	ml	37	\$ 6.110	\$ 226.082
2,2	Excavacion para instalaciones sanitarias	ml	15	\$ 6.110	\$ 91.655
2,3	Excavacion para desague de patio	ml	12	\$ 6.110	\$ 73.324
2,4	Excavacion para red interna de acueducto	ml	15	\$ 6.110	\$ 91.655
2,5	Rellenos	m3	3	\$ 40.107	\$ 120.320
III	ESTRUCTURALES				
A3,1	Vigas de cimentación (0,25X0,20)	ml	28,5	\$ 55.858	\$ 1.591.954
A3,2	Vigas de cimentación (0,25X0,20) para patio	ml	8,5	\$ 27.624	\$ 234.805
3,5	Plantilla de Piso (e=0,1 m)	m2	23	\$ 66.153	\$ 1.521.524
3,7	Columneta de patio	ml	8	\$ 67.551	\$ 540.411
3,8	Escalera en concreto Incl pasamano	UN	1	\$ 500.000	\$ 500.000
A3,9	Placa de entrepiso	m2	20	\$ 67.704	\$ 1.354.088
IV	STEEL FRAMING				
A4,1	Estructura SF muros	m2	147	\$ 64.367	\$ 9.461.990
A4,2	Estructura SF cubierta	m2	25,1	\$ 54.385	\$ 1.365.052
A4,3	Estructura SF entrepiso	m2	17	\$ 101.298	\$ 1.722.067
V	ARQUITECTONICOS				
5,1	Pañetes Impermeabilizado Baño y Cocina	m2	13	\$ 18.151	\$ 235.957
A5,2	revestimiento muros exteriores	m2	25	\$ 45.925	\$ 1.148.116
A5,3	revestimiento muros interiores	m2	147	\$ 23.586	\$ 3.467.092
VI	PISOS Y ENCHAPES				
6,1	Enchape en baño,cocina y zona de labores	m2	13	\$ 39.616	\$ 515.004
VII	CUBIERTA				
7,1	Cubierta en lamina de asbesto-cemento	m2	25	\$ 61.746	\$ 1.543.662
VIII	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE APARATOS				
8,1	Sanitario	und	1	\$ 216.324	\$ 216.324
8,2	Lavamanos	und	1	\$ 73.524	\$ 73.524
8,3	Ducha	und	1	\$ 46.448	\$ 46.448
8,4	Lavadero	und	1	\$ 71.064	\$ 71.064
8,5	Lavaplatos	und	1	\$ 88.064	\$ 88.064
8,6	Rejilla patio	und	1	\$ 7.734	\$ 7.734
8,7	Meson en concreto	und	1	\$ 76.265	\$ 76.265

IX	INSTALACIONES HIDRAULICO-SANITARIAS				
9,1	Puntos Hidráulicos	und	6	\$ 14.005	\$ 84.029
9,2	Puntos sanitarios 2"	und	5	\$ 47.531	\$ 237.653
9,3	Punto sanitario 4"	und	1	\$ 34.107	\$ 34.107
9,4	Instalación tubería sanitaria f =4"	ml	10	\$ 19.932	\$ 199.323
9,5	Instalación tubería sanitaria f =2"	ml	8	\$ 11.626	\$ 93.006
9,6	Instalación Hidráulica	ml	12	\$ 4.763	\$ 57.153
9,7	Cajas de inspección 0,6x0,6	und	2	\$ 121.435	\$ 242.869
9,8	Desague aguas lluvias f =3"	ml	9	\$ 12.417	\$ 111.756
9,9	canaleta y bajante de aguas lluvias	un	1	\$ 180.000	\$ 180.000

X	CARPINTERIA Y VENTANERÍA				
10,1	Ventanas en aluminio 1,60x1,60	und	1	\$ 271.056	\$ 271.056
10,2	Ventanas en aluminio 0,60x0,60	und	1	\$ 101.056	\$ 101.056
10,3	Ventanas en aluminio 1.00x1,60	und	1	\$ 200.876	\$ 200.876
10,4	Ventanas en aluminio 1,20x1.20	und	1	\$ 181.056	\$ 181.056
10,5	Ventanas en aluminio 1,00x1.20	und	1	\$ 166.056	\$ 166.056
10,6	Ventanas en aluminio de 0.73x1.2	und	1	\$ 161.056	\$ 161.056
10,7	Puerta triplex para baño (0,7 m incl. Marco)	und	1	\$ 190.662	\$ 190.662
10,8	Puerta patio metalica	und	1	\$ 270.876	\$ 270.876
10,9	Puerta principal metalica	und	1	\$ 300.876	\$ 300.876

XI	PINTURA				
11,1	Fachaplast color para fachada	m2	52	\$ 14.159	\$ 736.280
A11,2	pintura interior	m2	147	\$ 4.216	\$ 619.806

XII	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				
12,1	Acometida eléctrica	gl	1	\$ 490.418	\$ 490.418
12,2	Tablero automático de 4 circuitos	und	1	\$ 79.500	\$ 79.500
12,3	Puntos eléctricos	und	20	\$ 75.776	\$ 1.515.520

XIII	INSTALACIONES DE GAS				
13,1	Instalaciones de gas domiciliario	und	1	\$ 350.000	\$ 350.000

XIV	VARIOS				
14,1	Limpieza	Gl	1	\$ 77.470	\$ 77.470
14,3	Servicios (agua, energia y gas)	GL	1	\$ 1.175.286	\$ 1.175.286

COSTO DIRECTO UNA VIVIENDA					\$ 34.518.449
-----------------------------------	--	--	--	--	----------------------

Anexo 3. Análisis de precios unitarios.

PRELIMINARES

Item 1,1	Localizacion y replanteo				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial	
Teodolito	Dia	45	\$ 12.000,00	20000	\$ 27	
Nivel de precisión	Dia	45	\$ 6.500,00	20000	\$ 15	
Herramienta menor	glb	1	\$ 50,00	1	\$ 50	
Sub Total					\$ 92	
2. Materiales	Unid	Cant	Valor Unitario		Valor Parcial	
					\$ -	
Sub Total					\$ -	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial	
Topografo	Dia	45	\$ 67.399,00	50.000,00	\$ 61	
Cadenero	Dia	45	\$ 57.270,00	50.000,00	\$ 52	
Sub Total					\$ 112	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 204	

EXCAVACIONES Y RELLENOS

Item 2,1	Excavacion manual para vigas de cimientos 30x30				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 100,00	2	\$ 50	
Volquetas	Hora	0,5	\$ 40.000,00	60	\$ 333	
Sub Total					\$ 383	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
					\$ -	
Sub Total					\$ -	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	4	\$ 57.270,00	40	\$ 5.727	
Sub Total					\$ 5.727	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 6.110	

Item 2,2	Excavacion para instalaciones sanitarias				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 100,00	2	\$ 50	
Volquetas	Hora	0,5	\$ 40.000,00	60	\$ 333	
Sub Total					\$ 383	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
					\$ -	
Sub Total					\$ -	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	4	\$ 57.270,00	40	\$ 5.727	
Sub Total					\$ 5.727	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 6.110	

Item 2,3	Excavacion para desague de patio				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 100,00	2	\$ 50
Volquetas		Hora	0,5	\$ 40.000,00	60	\$ 333
Sub Total						\$ 383
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
						\$ -
Sub Total						\$ -
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	4	\$ 57.270,00	40	\$ 5.727
Sub Total						\$ 5.727
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 6.110

Item 2,5	Relleno				Unidad:	M3
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 400,00	1	\$ 400
Plancheta		Dia	1	\$ 22.000,00	20	\$ 1.100
Sub Total						\$ 1.500
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Relleno seleccionado		15%	M3	1	25000	\$ 28.750
Sub Total						\$ 28.750
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	2	\$ 57.270,00	20	\$ 5.727
Oficial		Dia	1	\$ 82.592,00	20	\$ 4.130
Sub Total						\$ 9.857
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 40.107

ESTRUCTURALES

Item 3,1	Viga de cimentación 30x30				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial
Vibrador de concreto		Dia	1	\$ 33.000,00	80	\$ 413
Herramientas menores		Global	1	\$ 100,00	4	\$ 25
Sub Total						\$ 438
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto 3000 psi		2%	M3	0,09	\$ 276.036	\$ 25.340
Cativo			Pie	0,5	\$ 2.900	\$ 1.450
Puntillas			Lbs	0,05	\$ 3.500	\$ 175
Alambre negro			Kg	0,1	\$ 4.000	\$ 400
Acero de refuerzo cort, figurado y colocado			Kg	8	\$ 3.136	\$ 25.088
Impermeabilización con emulsión asfáltica			M2	4,5	\$ 5.000	\$ 22.500
Sub Total						\$ 74.953
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	4	\$ 57.270,00	25	\$ 9.163
Oficial		Dia	1	\$ 82.592,00	25	\$ 3.304
Oficial Carpintero		Dia	1	\$ 67.399,00	25	\$ 2.696
Sub Total						\$ 15.163
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 90.554

Item A3,1	Viga de cimentación 25x20 Steel Framing				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Vibrador de concreto		Día	1	\$ 33.000,00	80	\$ 413
Herramientas menores		Global	1	\$ 100,00	4	\$ 25
Sub Total						\$ 438
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto 3000 psi		2%	M3	0,05	\$ 19.090	\$ 974
Cativo			Pie	0,5	\$ 2.900	\$ 1.450
Puntillas			Lbs	0,05	\$ 3.500	\$ 175
Alambre negro			Kg	0,1	\$ 4.000	\$ 400
Acero de refuerzo cort, figurado y			Kg	6,5	\$ 3.136	\$ 20.384
Impermeabilización con emulsión			M2	3,375	\$ 5.000	\$ 16.875
Sub Total						\$ 40.258
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Día	4	\$ 57.270,00	25	\$ 9.163
Oficial		Día	1	\$ 82.592,00	25	\$ 3.304
Oficial Carpintero		Día	1	\$ 67.399,00	25	\$ 2.696
Sub Total						\$ 15.163
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 55.858

Item 3,2	Viga de cimentación 30x30 para patio				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Vibrador de concreto		Día	1	\$ 33.000,00	80	\$ 413
Herramientas menores		Global	1	\$ 100,00	4	\$ 25
Sub Total						\$ 438
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto 3000 psi		1%	M3	0,09	\$ 276.036	\$ 25.092
Cativo			Pie	0,5	\$ 2.900	\$ 1.450
Puntillas			Lbs	0,05	\$ 3.500	\$ 175
Acero de refuerzo cort, figurado y coloc			Kg	4,5	\$ 3.136	\$ 14.112
Sub Total						\$ 40.829
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Día	4	\$ 57.270,00	25	\$ 9.163
Oficial		Día	1	\$ 67.867,00	25	\$ 2.715
Oficial Carpintero		Día	1	\$ 67.399,00	25	\$ 2.696
Sub Total						\$ 14.574
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 55.840

Item A3,2	Viga de cimentación 25x20 para patio				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Vibrador de concreto		Día	1	\$ 33.000,00	80	\$ 413
Herramientas menores		Global	1	\$ 100,00	4	\$ 25
Sub Total						\$ 438
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto 3000 psi		1%	M3	0,05	\$ 232	\$ 12
Cativo			Pie	0,5	\$ 2.900	\$ 1.450
Puntillas			Lbs	0,05	\$ 3.500	\$ 175
Acero de refuerzo cort, figurado y coloc			Kg	3,5	\$ 3.136	\$ 10.976
Sub Total						\$ 12.613
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Día	4	\$ 57.270,00	25	\$ 9.163
Oficial		Día	1	\$ 67.867,00	25	\$ 2.715
Oficial Carpintero		Día	1	\$ 67.399,00	25	\$ 2.696
Sub Total						\$ 14.574
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 27.624

Item 3,3	Viga de amarre superior de 0,12x0,20				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial
Vibrador de concreto		Dia	1	\$ 33.000,00	60	\$ 550
Herramientas menores		Global	1	\$ 100,00	4	\$ 25
Sub Total						\$ 575
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto 3000 psi		1%	M3	0,02	\$ 276.036	\$ 5.576
Cativo		1%	Pie	0,3	\$ 2.900	\$ 879
Puntillas		1%	Lbs	0,1	\$ 3.500	\$ 354
Alambre negro			Kg	0,1	\$ 4.000	\$ 400
Acero de refuerzo cort, figurado y coloc			Kg	3,05	\$ 3.136	\$ 9.565
Formatablex 19mm		1%	M2	0,05	\$ 31.000	\$ 1.566
Sub Total						\$ 18.338
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor Unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	15	\$ 3.818
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	15	\$ 4.524
Sub Total						\$ 8.342
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 27.256

Item 3,4	Viga Corona (0,1x0,2)				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Vibrador de concreto		Dia	1	\$ 33.000,00	60	\$ 550
Herramientas menores		Global	1	\$ 50,00	1	\$ 50
Sub Total						\$ 600
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto 3000 psi		1%	M3	0,02	\$ 276.036	\$ 5.576
Cativo			Pie	0,1	\$ 2.900	\$ 290
Puntillas			Lbs	0,1	\$ 3.500	\$ 350
Alambre negro		2%	Kg	0,1	\$ 4.000	\$ 408
Acero de refuerzo cort, figurado y coloc			Kg	2	\$ 3.136	\$ 6.272
Formatablex 19mm		1%	M2	0,05	\$ 31.000	\$ 1.566
Sub Total						\$ 14.461
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	15	\$ 3.818
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	15	\$ 4.524
Sub Total						\$ 8.342
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 23.404

Item 3,5	Plantilla de Piso (e=0,10 m)				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramientas menores		Global	1	\$ 50,00	2	\$ 25
Sub Total						\$ 25
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto 3000 psi		1%	M3	0,1	\$ 276.036	\$ 27.880
Plastico aislante			m2	1	\$ 1.000	\$ 1.000
Acero de refuerzo cort, figurado y coloc			Kg	8	\$ 3.136	\$ 25.088
Sub Total						\$ 53.968
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	2	\$ 57.270,00	15	\$ 7.636
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	15	\$ 4.524
Sub Total						\$ 12.160
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 66.153

Item 3,6	Celda mortero de inyeccion				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	0,2	\$ 100,00	1	\$ 20
Sección de andamio		Dia	1	\$ 350,00	16	\$ 22
Sub Total						\$ 42
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Mortero 1:4			M3	0,008	\$ 211.067	\$ 1.689
Acero de refuerzo			Kg	0,15	\$ 3.136	\$ 470
Sub Total						\$ 2.159
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	40	\$ 1.432
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	40	\$ 1.697
Sub Total						\$ 3.128
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 5.329

Item 3,7	Columneta en concreto reforzado				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramientas menores		Global	1	\$ 50,00	1	\$ 50
Sub Total						\$ 50
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto 3000 psi		1%	M3	0,04	\$ 276.036	\$ 11.152
Acero de refuerzo cort, figurado y coloc		1%	Kg	3	\$ 3.136	\$ 9.502
Formatablex 19mm			M2	1	\$ 32.000	\$ 32.000
Sub Total						\$ 52.654
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	4	\$ 57.270,00	20	\$ 11.454
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	20	\$ 3.393
Sub Total						\$ 14.847
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 67.551

Item 3,9	PLACA ENTREPISO				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 100,00	4	\$ 25
Vibrador de concreto		Dia	1	\$ 30.000,00	80	\$ 375
Sub Total						\$ 400
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto 3000 psi		1%	M3	0,1	\$ 276.036	\$ 27.880
Puntillas			Lbs	0,05	\$ 2.500	\$ 125
Alambre negro			Kg	0,1	\$ 4.000	\$ 400
Acero de refuerzo cort, figurado y coloc			UNID	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Formaleta			UNID	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Sub Total						\$ 88.405
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	4	\$ 57.270,00	5	\$ 45.816
Oficial		Dia	1	\$ 67.399,00	5	\$ 13.480
Oficial Carpintero		Dia	1	\$ 67.399,00	5	\$ 13.480
Sub Total						\$ 72.776
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 161.580

MAMPOSTERIA / STEEL FRAMING

Item 4,1	levante en block No 5				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Tarifa	Rend	Valor Parcial
Herramientas menores		Global	1	\$ 102,00	1	\$ 102
Sub Total						\$ 102
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Bloque de cemento No 5		1%	Unid	12,5	\$ 1.950	\$ 24.619
Mortero 1:4		1%	M3	0,017	\$ 211.067	\$ 3.624
Sub Total						\$ 28.243
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Tarifa	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	12	\$ 4.773
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	12	\$ 5.656
Sub Total						\$ 10.428
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 38.773

Item A4,1	Estructura SF muros				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200,00
Sub Total						\$ 200
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Paneles muros Perfil S894116 grado 33			M2	1	\$ 32.571	\$ 32.571,45
Vigas y columnas			M2	1	\$ 4.797	\$ 4.797,22
Fijaciones			M2	1	\$ 3.679	\$ 3.679,05
Refuerzos			M2	1	\$ 3.858	\$ 3.858,27
conexiones y acc de anclaje			M2	1	\$ 3.400	\$ 3.399,82
Sub Total						\$ 48.306
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	4	\$ 57.270,00	23	\$ 9.960
Oficial		Dia	2	\$ 67.867,00	23	\$ 5.901
Sub Total						\$ 15.861
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 64.367

Item 4,2	levante en block No 4				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Tarifa	Rend	Valor Parcial
Herramientas menores		Global	1	\$ 50,00	1	\$ 50
Sub Total						\$ 50
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Bloque de cemento No 4		1%	Unid	12,5	\$ 1.400	\$ 17.675
Mortero 1:4		1%	M3	0,017	\$ 211.067	\$ 3.624
Sub Total						\$ 21.299
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Tarifa	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	12	\$ 4.773
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	12	\$ 5.656
Sub Total						\$ 10.428
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 31.777

Item A4,2	Estructura SF cubierta			Unidad	M2	
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200,00
				Sub Total		\$ 200
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Paneles cubierta perfil S894118			M2	1	\$ 31.244	\$ 31.244,18
Fijaciones			M2	1	\$ 3.679	\$ 3.679,05
conexiones y acc de anclaje			M2	1	\$ 3.400	\$ 3.399,82
				Sub Total		\$ 38.323
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	4	\$ 57.270,00	23	\$ 9.960
Oficial		Dia	2	\$ 67.867,00	23	\$ 5.901
				Sub Total		\$ 15.861
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 54.385

Item 4,3	Mojinetes			Unidad:	M2	
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Tarifa	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 35,00	1	\$ 35
Andamios tubulares		Dia	2	\$ 1.000,00	13	\$ 154
				Sub Total		\$ 189
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Bloque de cemento No 5		1%	Unid	13	\$ 1.950	\$ 25.604
Mortero 1:4		1%	M3	0,017	\$ 211.067	\$ 3.624
				Sub Total		\$ 29.228
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Tarifa	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	10	\$ 5.727
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	10	\$ 6.787
				Sub Total		\$ 12.514
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 41.930

Item A4,3	Estructura SF entrepiso			Unidad	M2	
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200,00
				Sub Total		\$ 200
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Paneles entrepiso perfil S1504116 Grd. 3		1%	M2	1	\$ 75.676	\$ 76.432,36
Fijaciones			M2	1	\$ 3.679	\$ 3.679,05
conexiones y acc de anclaje			M2	1	\$ 3.400	\$ 3.399,82
				Sub Total		\$ 83.511
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	5	\$ 57.270,00	24	\$ 11.931
Oficial		Dia	2	\$ 67.867,00	24	\$ 5.656
				Sub Total		\$ 17.587
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 101.298

Item A4,4	Revestimientos muros exteriores			Unidad	M2
APU					
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor	Global	1	\$ 3.000,00	1	\$ 3.000,00
Sub Total					\$ 3.000
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Superboard 10mm Placa Fibrocemento	5%	m2	1	\$ 21.597	\$ 22.676,85
Tornillo autoperforante 3,5x25 mm.		unid	19	\$ 16,25	\$ 308,75
pasta de agarre		kg	0,1	\$ 152,25	\$ 15,23
pasta para juntas sikadur panel		kg	0,2	\$ 39.000,00	\$ 7.800,00
cinta de juntas		ml	1,6	\$ 2.363,35	\$ 3.781,36
Sub Total					\$ 34.582
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	15	\$ 3.818
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	15	\$ 4.524
Sub Total					\$ 8.342
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 45.925

Item A4,5	Revestimiento muros interiores			Unidad	M2
APU					
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor	Global	1	\$ 100,00	1	\$ 100,00
Sub Total					\$ 100
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial
lamina yeso carton	5%	m2	1	\$ 10.197,00	\$ 10.706,85
Tornillo autoperforante 3,5x25 mm.		unid	19	\$ 16,25	\$ 308,75
pasta de agarre		kg	0,1	\$ 152,25	\$ 15,23
pasta para juntas		kg	0,3	\$ 1.103,35	\$ 331,01
cinta de juntas		ml	1,6	\$ 2.363,35	\$ 3.781,36
Sub Total					\$ 15.143
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	15	\$ 3.818
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	15	\$ 4.524
Sub Total					\$ 8.342
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 23.586

Item A4,6	Revestimiento entrepiso Steel Framing			Unidad	M2
APU					
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor	Global	1	\$ 3.000,00	1	\$ 3.000,00
Sub Total					\$ 3.000
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial
lamina entrepiso fibrocemento 17 mm	5%		1	\$ 40.500,00	\$ 42.525,00
tornilleria		%(lamina	0,05	\$ 40.500,00	\$ 2.025,00
Banda autoadhesiva desolidarizante de espuma de poliuretano		m	1,2	\$ 700,00	\$ 840,00
lamina yeso carton	5%	m2	1	\$ 10.197,00	\$ 10.706,85
Tornillo autoperforante 3,5x25 mm.		unid	19	\$ 16,25	\$ 308,75
pasta de agarre		kg	0,1	\$ 152,25	\$ 15,23
pasta para juntas		kg	0,3	\$ 1.103,35	\$ 331,01
cinta de juntas		ml	1,6	\$ 2.363,35	\$ 3.781,36
Sub Total					\$ 60.533
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	30	\$ 1.909
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	30	\$ 2.262
Sub Total					\$ 4.171
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 67.704

ARQUITECTONICOS

Item 5,1	Pañete impermeabilizado				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 100,00	1	\$ 100
Seccion de andamio		Dia	1	\$ 400,00	6	\$ 67
Sub Total						\$ 167
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Sika q		1%	KG	0,5	\$ 4.500	\$ 2.273
Mortero 1:4		1%	M3	0,015	\$ 211.067	\$ 3.198
Sub Total						\$ 5.470
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	10	\$ 5.727
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	10	\$ 6.787
Sub Total						\$ 12.514
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 18.151

Item 5,2	Pañete fachada e interior				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 500,00	7,5	\$ 67
Seccion de andamio		Dia	1	\$ 1.000,00	8	\$ 125
Sub Total						\$ 192
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Mortero 1:4		2%	M3	0,02	\$ 211.067	\$ 4.306
Sub Total						\$ 4.306
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	10	\$ 5.727
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	10	\$ 6.787
Sub Total						\$ 12.514
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 17.011

CUBIERTA

Item 7,1	Cubierta en lamina de asbesto				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramientas menores		Global	1	\$ 100,00	1	\$ 100
Andamio tubulares		Dia	6	\$ 1.000,00	25	\$ 240
Cinturon arnes		Dia	3	\$ 1.000,00	25	\$ 120
Sub Total						\$ 460
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Lamina eternit No 6		2%	M3	0,8	\$ 25.000	\$ 20.400
Gancho eternit cal 18 economico		1%	Pie	2	\$ 400	\$ 808
PAG220X80X150mm			Lbs	0,6	\$ 35.000	\$ 21.000
Tornilleria			Kg	1	\$ 2.500	\$ 2.500
Paraguas			Kg	2	\$ 300	\$ 600
Sub Total						\$ 45.308
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	3	\$ 57.270,00	15	\$ 11.454
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	15	\$ 4.524
Sub Total						\$ 15.978
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 61.746

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE APARATOS

Item 8,1	SUMINISTRO E INST. DE SANITARIO				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 105,00	10	\$ 11	
Sub Total					\$ 11	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Sanitario Nal		UNID	1	\$ 198.000	\$ 198.000	
Manguera grivaflex sanitar		UNID	1	\$ 4.000	\$ 4.000	
Cemento blanco		KG	1	\$ 1.800	\$ 1.800	
Sub Total					\$ 203.800	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	10	\$ 5.727	
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	10	\$ 6.787	
Sub Total					\$ 12.514	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 216.324	

Item 8,2	SUMINISTRO E INST. DE LAVAMANOS				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 105,00	10	\$ 11	
Sub Total					\$ 11	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Lavamanos acuacer		UNID	1	\$ 57.000	\$ 57.000	
Manguera grivaflex lavamano		UNID	1	\$ 4.000	\$ 4.000	
Sub Total					\$ 61.000	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	10	\$ 5.727	
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	10	\$ 6.787	
Sub Total					\$ 12.514	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 73.524	

Item 8,3	SUMINISTRO E INST. DUCHA				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 200,00	10	\$ 20	
Sub Total					\$ 20	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Ducha piscis sencilla		UNID	1	\$ 26.000	\$ 26.000	
llave individual piscis		UNID	1	\$ 10.000	\$ 10.000	
Sub Total					\$ 36.000	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	12	\$ 4.773	
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	12	\$ 5.656	
Sub Total					\$ 10.428	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 46.448	

Item 8,4	LAVADERO				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 50,00	1	\$ 50	
Sub Total					\$ 50	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Lavadero		UNID	1	\$ 50.000	\$ 50.000	
Sifon		UNID	1	\$ 5.500	\$ 5.500	
Grifo de 1/2"		UNID	1	\$ 3.000	\$ 3.000	
Sub Total					\$ 58.500	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	10	\$ 5.727	
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	10	\$ 6.787	
Sub Total					\$ 12.514	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 71.064	

Item 8,5	LAVAPLATOS				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 50,00	1	\$ 50	
Sub Total					\$ 50	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Lavaplatos 1x0,52		UNID	1	\$ 45.000	\$ 45.000	
Sifon		UNID	1	\$ 5.500	\$ 5.500	
Grifo de 1/2"		UNID	1	\$ 25.000	\$ 25.000	
Sub Total					\$ 75.500	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	10	\$ 5.727	
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	10	\$ 6.787	
Sub Total					\$ 12.514	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 88.064	

Item 8,6	REJILLAS 2"				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 200,00	10	\$ 20	
Sub Total					\$ 20	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Rejilla redonda		UNID	1	\$ 2.500	\$ 2.500	
Sub Total					\$ 2.500	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	24	\$ 2.386	
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	24	\$ 2.828	
Sub Total					\$ 5.214	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 7.734	

Item 8,7	MESON EN CONCRETO				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 50,00	1	\$ 50	
Formaleta	Dia	1	\$ 1.000,00	2	\$ 500	
Sub Total					\$ 550	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Levante de muro No 4		m2	2	\$ 31.777	\$ 63.554	
Sub Total					\$ 63.554	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	4	\$ 57.270,00	30	\$ 7.636	
Oficial	Dia	2	\$ 67.867,00	30	\$ 4.524	
Sub Total					\$ 12.160	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 76.265	

INSTALACIONES HIDRAULICO-SANITARIAS

Item 9,1	PUNTOS HIDRAULICOS				Unidad:	unid
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 800,00	1	\$ 800	
Sub Total					\$ 800	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
TUBERIA PRESION		ML	1	\$ 1.200	\$ 1.200	
ACCESORIOS		UN	3	\$ 1.172	\$ 3.516	
SOLDADURA		UN	0,002	\$ 50.000	\$ 100	
LIMPIADOR		UN	0,002	\$ 23.152	\$ 46	
Sub Total					\$ 4.862	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	15	\$ 3.818	
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	15	\$ 4.524	
Sub Total					\$ 8.342	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 14.005	

Item 9,2	Puntos sanitarios 2"				Unidad:	unid
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 500,00	1	\$ 500	
Sub Total					\$ 500	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
TUBERIA SANITARIA		ML	1,4	\$ 9.030	\$ 12.642	
ACCESORIOS		UN	3	\$ 6.922	\$ 20.766	
SOLDADURA		UN	0,05	\$ 50.000	\$ 2.500	
LIMPIADOR		UN	0,03	\$ 23.152	\$ 695	
Sub Total					\$ 36.603	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	12	\$ 4.773	
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	12	\$ 5.656	
Sub Total					\$ 10.428	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 47.531	

Item 9,3	Puntos sanitarios 4"				Unidad:	unid
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 800,00	1	\$ 800	
Sub Total					\$ 800	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
TUBERIA SANITARIA		ML	0,9	\$ 9.030	\$ 8.127	
ACCESORIOS		UN	1	\$ 8.900	\$ 8.900	
SOLDADURA		UN	0,08	\$ 50.000	\$ 4.000	
LIMPIADOR		UN	0,08	\$ 23.152	\$ 1.852	
Sub Total					\$ 22.879	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	12	\$ 4.773	
Oficial	Dia	1	\$ 67.867,00	12	\$ 5.656	
Sub Total					\$ 10.428	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 34.107	

Item 9,4	Instalación tubería sanitaria f=4"				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 100,00	1	\$ 100
Sub Total						\$ 100
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
TUBERIA SANITARIA ø4"			ML	1,3	\$ 8.950	\$ 11.635
ACCESORIOS			UN	1	\$ 3.500	\$ 3.500
SOLDADURA			UN	0,03	\$ 50.000	\$ 1.500
LIMPIADOR			UN	0,03	\$ 23.152	\$ 695
Sub Total						\$ 17.330
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Día	1	\$ 57.270,00	50	\$ 1.145
Oficial		Día	1	\$ 67.867,00	50	\$ 1.357
Sub Total						\$ 2.503
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 19.932

Item 9,5	Instalación tubería sanitaria f=2"				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 100,00	1	\$ 100
Sub Total						\$ 100
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
TUBERIA SANITARIA ø2"			ML	1,2	\$ 4.300	\$ 5.160
ACCESORIOS			UN	0,8	\$ 3.000	\$ 2.400
SOLDADURA			UN	0,02	\$ 50.000	\$ 1.000
LIMPIADOR			UN	0,02	\$ 23.152	\$ 463
Sub Total						\$ 9.023
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Día	1	\$ 57.270,00	50	\$ 1.145
Oficial		Día	1	\$ 67.867,00	50	\$ 1.357
Sub Total						\$ 2.503
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 11.626

Item 9,6	Instalación hidraulica				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200
Sub Total						\$ 200
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
TUBERIA PRESIÓN ø3/4"			ML	1,3	\$ 1.500	\$ 1.950
ACCESORIOS			UN	0,3	\$ 1.636	\$ 491
SOLDADURA			UN	0,01	\$ 50.000	\$ 500
LIMPIADOR			UN	0,01	\$ 23.152	\$ 232
Sub Total						\$ 3.172
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Día	1	\$ 57.270,00	90	\$ 636
Oficial		Día	1	\$ 67.867,00	90	\$ 754
Sub Total						\$ 1.390
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 4.763

Item 9,7	CAJA DE INSPECCIÓN 0,6X0,6				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 100,00	1	\$ 100
Sub Total						\$ 100
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Concreto de 3.000 Psi		1%	M3	0,08	\$ 276.036	\$ 22.304
Levante de muro No 4		1%	m2	1,7	\$ 31.777	\$ 54.561
Puntilla			LBS	0,1	\$ 3.500	\$ 350
Impermeab para const. Placco k-89 GL			UN	0,15	\$ 5.000	\$ 750
Pañete impermeabilizado			M2	1,7	\$ 18.151	\$ 30.856
Sub Total						\$ 108.821
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Día	1	\$ 57.270,00	10	\$ 5.727
Oficial		Día	1	\$ 67.867,00	10	\$ 6.787
Sub Total						\$ 12.514
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 121.435

Item 9,8	TUBERÍA DESAGUE ø3"				Unidad:	ML
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 800,00	1	\$ 800
Sub Total						\$ 800
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
TUBERIA A.LL ø3"			ML	1,05	\$ 6.500	\$ 6.825
ACCESORIOS			UN	0,17	\$ 3.500	\$ 595
SOLDADURA			UN	0,02	\$ 50.000	\$ 1.000
LIMPIADOR			UN	0,03	\$ 23.152	\$ 695
Sub Total						\$ 9.115
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Día	1	\$ 57.270,00	50	\$ 1.145
Oficial		Día	1	\$ 67.867,00	50	\$ 1.357
Sub Total						\$ 2.503
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 12.417

CARPINTERIA Y VENTANERÍA

Item 10,1	Ventanas en aluminio de 1,6 x 1,6				Unidad:	Unid
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200
Sub Total						\$ 200
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Ventanas de aluminio de 1,6 x 1,6 m			unid	1	\$ 250.000	\$ 250.000
Sub Total						\$ 250.000
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Día	1	\$ 57.270,00	6	\$ 9.545
Oficial		Día	1	\$ 67.867,00	6	\$ 11.311
Sub Total						\$ 20.856
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 271.056

Item 10,2	Ventanas en aluminio de 0,6 x 0,6				Unidad:	Unid
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200
Sub Total						\$ 200
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Ventanas de aluminio de 0,6 x 0,6 m			unid	1	\$ 80.000	\$ 80.000
Sub Total						\$ 80.000
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	6	\$ 9.545
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	6	\$ 11.311
Sub Total						\$ 20.856
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 101.056

Item 10,3	Ventanas en aluminio de 1 x 1,6				Unidad:	Unid
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	10	\$ 20
Sub Total						\$ 20
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Ventanas de aluminio de 1 x 1,6 m			unid	1	\$ 180.000	\$ 180.000
Sub Total						\$ 180.000
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	6	\$ 9.545
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	6	\$ 11.311
Sub Total						\$ 20.856
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 200.876

Item 10,4	Ventanas en aluminio de 1,2 x 1,2				Unidad:	Unid
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200
Sub Total						\$ 200
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Ventanas de aluminio de 1,2 x 1,2 m			unid	1	\$ 160.000	\$ 160.000
Sub Total						\$ 160.000
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	6	\$ 9.545
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	6	\$ 11.311
Sub Total						\$ 20.856
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 181.056

Item 10,5	Ventanas en aluminio de 1 x 1,2				Unidad:	Unid
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200
Sub Total						\$ 200
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Ventanas de aluminio de 1 x 1,2 m			unid	1	\$ 145.000	\$ 145.000
Sub Total						\$ 145.000
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	6	\$ 9.545
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	6	\$ 11.311
Sub Total						\$ 20.856
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 166.056

Item 10,6	Ventanas en aluminio de 0,73 x 1				Unidad:	Unid
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200
Sub Total						\$ 200
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Ventanas de aluminio de 0,73 x 0,1 m			unid	1	\$ 140.000	\$ 140.000
Sub Total						\$ 140.000
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	6	\$ 9.545
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	6	\$ 11.311
Sub Total						\$ 20.856
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 161.056

Item 10,7	Puerta triplex para baño (0,8 m)				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	10	\$ 20
Sub Total						\$ 20
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Puerta 2,0 x 0,8			UNID	1	90000	\$ 90.000
Cerradura baño safe			UNID	1	28000	\$ 28.000
Bisagra cobre 4" c/ tornillos (Par)			UNID	2	3500	\$ 7.000
Marco puerta 0,9 x 2,0 3,2 x 10			UNID	1	50000	\$ 50.000
						\$ -
						\$ -
Sub Total						\$ 175.000
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	8	\$ 7.159
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	8	\$ 8.483
Sub Total						\$ 15.642
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 190.662

Item 10,8	Puerta metalica patio				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	10	\$ 20
Sub Total						\$ 20
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Puerta metalica patio incluye cerraduras			UNID	1	250000	\$ 250.000
						\$ -
						\$ -
Sub Total						\$ 250.000
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	6	\$ 9.545
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	6	\$ 11.311
Sub Total						\$ 20.856
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 270.876

Item 10,9	Puerta principal metalica				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 200,00	10	\$ 20
				Sub Total		\$ 20
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Puerta metalica principal incluye cerradura			UNID	1	280000	\$ 280.000
						\$ -
						\$ -
				Sub Total		\$ 280.000
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	6	\$ 9.545
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	6	\$ 11.311
				Sub Total		\$ 20.856
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 300.876

PINTURA

Item 11,1	Fachaplast color fachada				Unidad:	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 50,00	1	\$ 50
Andamios tubulares		Dia	2	\$ 1.000,00	40	\$ 50
				Sub Total		\$ 100
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Fachaplast		3%	GLN	0,12	\$ 80.000	\$ 9.888
				Sub Total		\$ 9.888
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	2	\$ 57.270,00	60	\$ 1.909
Oficial pintor		Dia	2	\$ 67.867,00	60	\$ 2.262
				Sub Total		\$ 4.171
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 14.159

Item A11,2	Pintura				Unidad	M2
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 100,00	1	\$ 100,00
				Sub Total		\$ 100
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
AGUA			lts	0,022	\$ 20	\$ 0,44
VINILOT1			gal	0,025	\$ 39.500	\$ 987,50
				Sub Total		\$ 988
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Ayudante		Dia	1	\$ 57.270,00	40	\$ 1.432
Oficial		Dia	1	\$ 67.867,00	40	\$ 1.697
				Sub Total		\$ 3.128
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 4.216

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Item 12,1	Acometida electrica				Unidad:	unidad
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 100,00	1	\$ 100
Molde Cadwell		unidad	1	\$ 4.500,00	1	\$ 4.500
Sub Total						\$ 4.600
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Tubo conduit PVC de 1" x 3 mts			U	8	\$ 11.900	\$ 95.200
Curva conduit PVC de 1"			U	4	\$ 2.200	\$ 8.800
Adaptador terminal PVC de 1"			U	1	\$ 700	\$ 700
Soldadura liquida PVC			U	1	\$ 100	\$ 100
Cable antifraude 3 x 8			MI	22	\$ 8.400	\$ 184.800
Cinta aislante 33			Ro	0,02	\$ 15.900	\$ 318
Varilla 100 % cobre de 5/8" x 1.5 mts			U	1	\$ 100.000	\$ 100.000
Soldadura cadwell x 115 grma.			U	1	\$ 16.500	\$ 16.500
Tubo conduit PVC de 1/2" x 3 mts			U	2	\$ 2.900	\$ 5.800
Cable de cobre aislado No 8			MI		\$ 3.500	\$ -
Alambre sólido No 8			MI	4	\$ 3.400	\$ 13.600
Sub Total						\$ 425.818
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
cuadrilla		dia	1	\$ 60.000,00	1	\$ 60.000
Sub Total						\$ 60.000
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 490.418

Item 12,2	Tablero automático de 4 circuitos				Unidad:	unidad
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 2.000,00	1	\$ 2.000
Sub Total						\$ 2.000
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Tableto 4 ctos			unidad	1	\$ 40.000	\$ 40.000
Cuña ench 1 x 20			unidad	3	\$ 10.500	\$ 31.500
Sub Total						\$ 71.500
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
cuadrilla		dia	1	\$ 60.000,00	10	\$ 6.000
Sub Total						\$ 6.000
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 79.500

Item 12,3	Punto electrico				Unidad:	unidad
APU						
1. Equipo y Herramienta		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
Herramienta menor		Global	1	\$ 1.200,00	5	\$ 240
Sub Total						\$ 240
2. Materiales		D%	Unid	Cant		Valor Parcial
Caja PVC 4" x 4" con suplemento.			U	1	\$ 1.200	\$ 1.200
Curva conduit PVC de 1/2"			U	2	\$ 2.200	\$ 4.400
Tubo conduit PVC de 1/2"			MI	6	\$ 2.900	\$ 17.400
Adaptador terminal PVC de 1/2"			U	2	\$ 700	\$ 1.400
Soldadura liquida PVC			U	1	\$ 1.000	\$ 1.000
Alambre de cobre aislado THHN No 12			MI	25	\$ 1.200	\$ 30.000
Cinta aislante 33			Ro	0,04	\$ 15.900	\$ 636
Plaqueta			U	1	\$ 7.500	\$ 7.500
Sub Total						\$ 63.536
3. Mano de Obra		Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial
cuadrilla		dia	1	\$ 60.000,00	5	\$ 12.000
Sub Total						\$ 12.000
COSTO DIRECTO UNITARIO						\$ 75.776

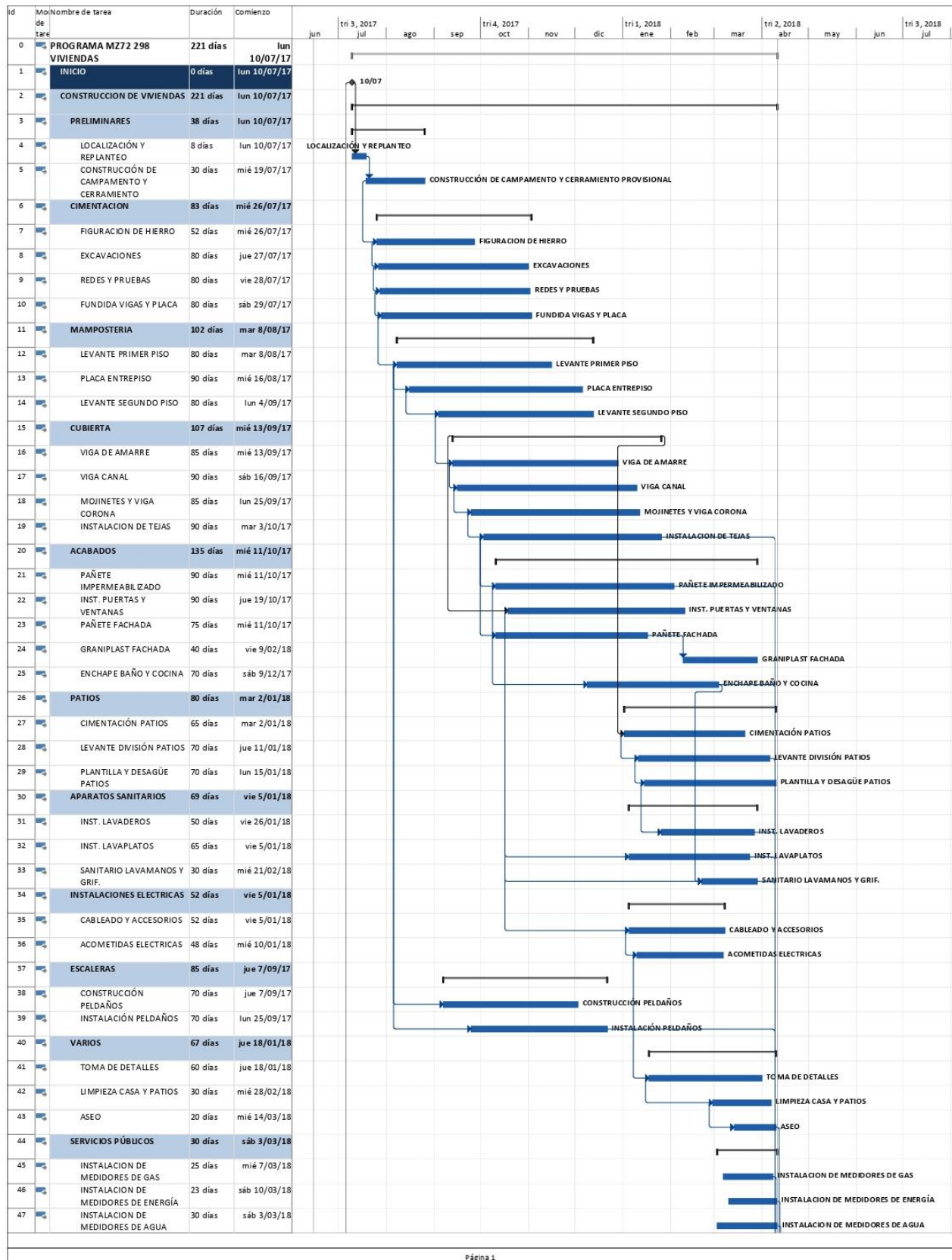
INSTALACIONES DE GAS

Item 13,1	INSTALACIONES DE GAS DOMICILIARIO				Unidad:	UNID
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Sub Total					\$ -	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
Instalacion de gas a todo costo (surtigas)		GL	1	\$ 350.000	\$ 350.000	
Sub Total					\$ 350.000	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Sub Total					\$ -	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 350.000	

VARIOS

Item 14,1	Limpieza				Unidad:	GLOB
APU						
1. Equipo y Herramienta	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Herramienta menor	Global	1	\$ 200,00	1	\$ 200	
Volquetas	Hora	1	\$ 20.000,00	1	\$ 20.000	
Sub Total					\$ 20.200	
2. Materiales	D%	Unid	Cant		Valor Parcial	
					\$ -	
Sub Total					\$ -	
3. Mano de Obra	Unid	Cant	Valor unitario	Rend	Valor Parcial	
Ayudante	Dia	1	\$ 57.270,00	1	\$ 57.270	
Sub Total					\$ 57.270	
COSTO DIRECTO UNITARIO					\$ 77.470	

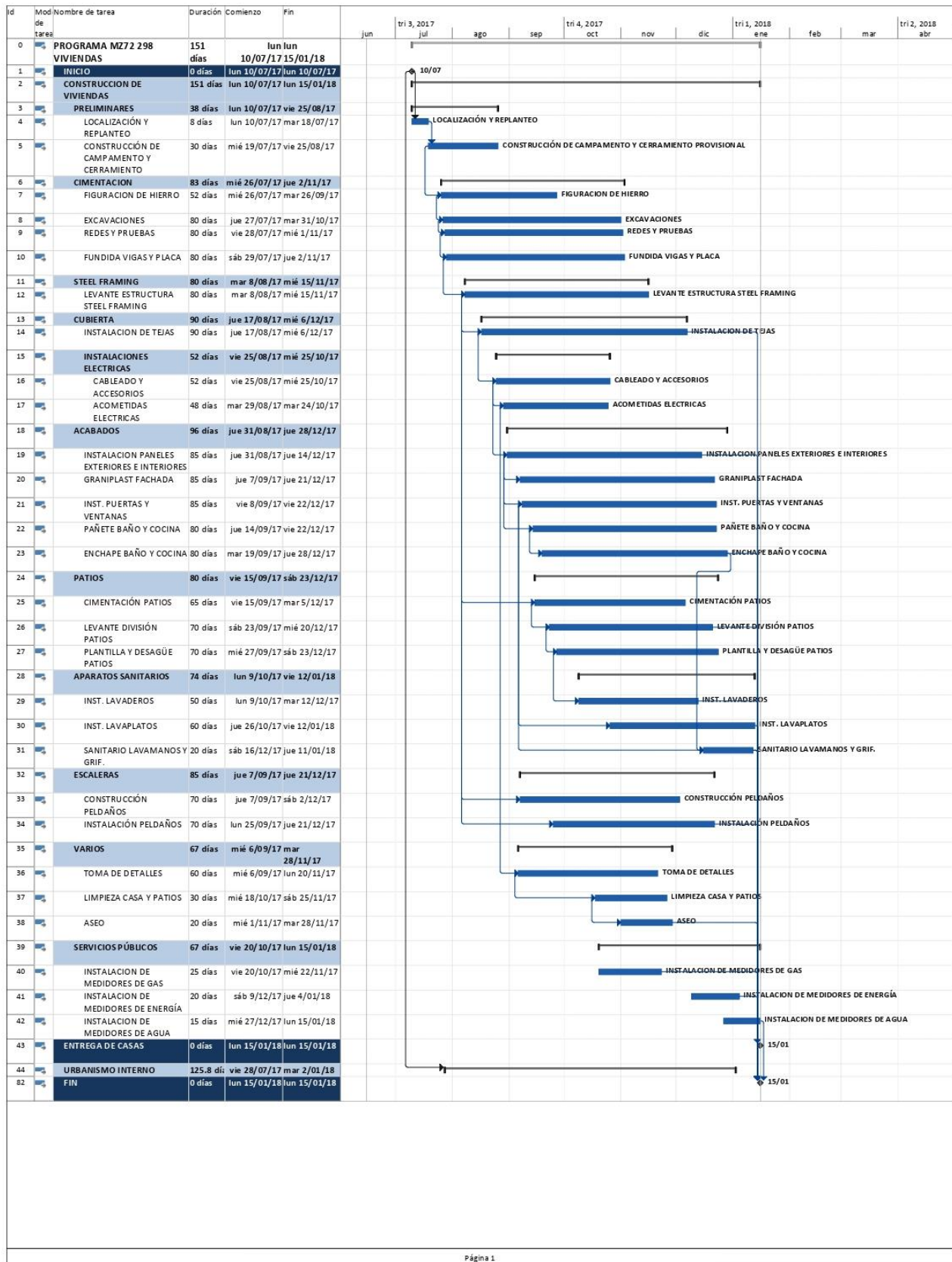
Anexo 4. Cronograma de obras mampostería reforzada.



Id de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Timeline														
				jun	tri 3, 2017	ago	sep	tri 4, 2017	nov	dic	tri 1, 2018	ene	feb	mar	tri 2, 2018	abr	may	jun
48	ENTREGA DE CASAS	0 días	lun 9/04/18															
49	URBANISMO INTERNO	195 días	jue 10/08/17															
87	FIN	0 días	mar 10/04/18															



Anexo 5. Cronograma de obras Steel Framing.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beltrán Razura, Á. (2012). *Ingeniería Civil - Costos y presupuestos*. Instituto Tecnológico de TEPIC.
- Cáceres, C. (2018). *ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UN SISTEMA TRADICIONAL APORTICADO Y UN SISTEMA ESTRUCTURAL LIVIANO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR.
- Carlón Acosta, C. A. (2012). *Instituto tecnológico de la construcción a.c.* INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN.
- Duarte, A., & Martínez, S. (2011). *MANUAL PRÁCTICO DE CONTROL DE COSTOS EN OBRAS CIVILES, APLICADO A CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES*. Universidad Católica Andrés Bello.
- Fernando, L., Hern, S., Camacho, J., & Rodr, G. (2017). Diseño para vivienda de interés social con materiales bioconstructivos y sistema de generación eléctrica autosuficiente en el Alto Magdalena-Colombia * Design for social interest housing with bioconstructive materials and self- sufficient electricity gene, (22), 69–82.
- Gutiérrez Límón, A. (2003). *BUSINESS PLAN PARA EL SISTEMA CONSTRUCTIVO STEEL FRAME COMO UNA NUEVA AREA DE NEGOCIOS*. Instituto tecnológico de la construcción.
- Jorajuria, M., & Servente, F. (2015). Steel Framing y sus principales usos en Uruguay.
- José Luis Lamus Rodríguez. (2015). *ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA: SISTEMA CONSTRUCTIVO LIGHT STEEL FRAMING EN COLOMBIA*. Universidad de los andes, BOGOTA.
- Martínez, D., & Cueto, G. (2012). *Steel framing*. Universidad de Chile.
- Masciottra Marina, Ganem, S., & Bauret, H. (2002). Manual de procedimiento - Construcción Con Steel Framing, 303. Retrieved from <http://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/5350>
- Miranda, J. (2005). *Gestión de proyectos* (Vol. 4 edición).
- Moradi, M., Tavakoli, H., & Abdollahzadeh, G. (2019). Probabilistic assessment of failure time in steel frame subjected to fire load under progressive collapse scenario.

- Engineering Failure Analysis*, 102(July 2018), 136–147.
<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.04.015>
- Ortiz Naranjo, J. J. (2017). *Plan de negocios para la creación de una empresa dedicada a ofrecer servicios de reparación de viviendas catalogadas como recuperables en la provincia de Manabí, usando la tecnología de construcción Steel Framing*. Universidad de las americas.
- Peréz, Y. (2013). Aplicabilidad del sistema steel-frame en viviendas económicas de república dominicana.
- Rivera Esteban, V. M. (2015). *PROGRAMACIÓN, PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA CIVIL, EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Sarmanho, A., & Moraes, R. (2007). *Steel framing: Arquitectura. steel framing: Arquitectura*. Retrieved from <http://www.construccionenacero.com/Articulos y Publicaciones/Libros/Steel Framing Arquitectura.pdf>
- Taranto, L., Gillott, M., & Tetlow, D. (2013). Summer overheating potential in a low-energy steel frame house in future climate scenarios. *Sustainable Cities and Society*, 7, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2012.03.004>
- Wei, J., Tian, L., Hao, J., Li, W., & Zhang, C. (2019). Novel principle for improving performance of steel frame structures in column-loss scenario. *Journal of Constructional Steel Research*, 163, 105768.
<https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2019.105768>
- Zhang, A., & Ye, Q. (2019). Design and testing of prefabricated steel frame with an innovative re- centering energy dissipative brace. *Engineering Structures*, 201(October), 109791. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109791>