

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

*Trabajo de titulación previo
a la obtención de título de
Ingeniero Mecánico*

PROYECTO TÉCNICO:

**“COMPARATIVA DEL SISTEMA TRADICIONAL VERSUS EL
SISTEMA STEEL FRAMING EN LA CONSTRUCCIÓN DE
VIVIENDAS DE HASTA 2 PISOS CON LUCES DE HASTA 5
METROS”**

AUTOR:

KEVIN ALEXANDER VALLEJOS BURI

TUTOR:

ING. CÉSAR ANTONIO PALTÁN ZHINGRE, MSC.

CUENCA - ECUADOR

2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Kevin Alexander Vallejos Buri con documento de identificación N° 0503566457, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“COMPARATIVA DEL SISTEMA TRADICIONAL VERSUS EL SISTEMA STEEL FRAMING EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE HASTA 2 PISOS CON LUCES DE HASTA 5 METROS”**, mismo que ha sido desarrollado para obtener el título de: *Ingeniero Mecánico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre de 2021.



Kevin Alexander Vallejos Buri

C.I. 0503566457

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“COMPARATIVA DEL SISTEMA TRADICIONAL VERSUS EL SISTEMA STEEL FRAMING EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE HASTA 2 PISOS CON LUCES DE HASTA 5 METROS”**, realizado por Kevin Alexander Vallejos Buri, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre de 2021.



Ing. César Antonio Paltán Zhingre, MSC.

C.I. 0104641378

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Kevin Alexander Vallejos Buri con documento de identificación N° 0503566457, autor del trabajo de titulación: **“COMPARATIVA DEL SISTEMA TRADICIONAL VERSUS EL SISTEMA STEEL FRAMING EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE HASTA 2 PISOS CON LUCES DE HASTA 5 METROS”**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, diciembre de 2021.



Kevin Alexander Vallejos Buri

C.I. 0503566457

Dedicatoria

A Dios por haberme dado las fuerzas necesarias para lograr mis objetivos y nunca rendirme. A mis padres quienes me dieron la vida de manera especial a mi madre Patricia que con su ejemplo de lucha, esfuerzo y dedicación me ha dado el ejemplo de superación por lo que me ha enseñado a nunca rendirme a las adversidades que se presenten en la vida.

A mi pareja Paola quien supo apoyarme y darme fuerzas para nunca rendirme. A mi abuelito Raúl por siempre compartir sus experiencias conmigo.

Y a todas las personas que de una u otra manera han influenciado para lograr este gran objetivo.

Kevin

Agradecimientos

A Dios por las bendiciones recibidas y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi familia quienes siempre me apoyaron en todas mis etapas de formación. A mi madre quien con su amor y apoyo incondicional siempre ha estado en los buenos y malos momentos de mi vida. A mi pareja quien me alentaba cada día.

A mis buenos amigos quienes siempre me brindaron su apoyo de manera especial a mi buen amigo Kevin quien siempre estuvo de manera incondicional con su apoyo y consejos.

A Cesar Paltan, por el apoyo y sus valiosos conocimientos para la realización de este proyecto.

Este documento fue realizado enteramente en L^AT_EX

Índice

Cesión de Derechos de Autor	I
Certificación	II
Declaratoria de Responsabilidad	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
1. Resumen	XIV
Resumen	XIV
Abstract	XV
2. Introducción.	1
3. Problema.	2
3.1. Antecedentes.....	2
3.2. Problema General.	3
3.3. Problemas Específicos.	3
4. Beneficiarios.	3
5. Objetivos.	4
5.1. Objetivo General.....	4
5.2. Objetivos Específicos.	4
6. Marco Teórico.	4
6.1. Tipos de estructuras.	4
6.1.1. Estructura de acero.	4
6.1.2. Estructura de mampostería tradicional.	5
6.1.3. Sistema tradicional aporticado.	5
6.2. Sistemas de construcción.	6
6.2.1. Hormigón armado.	6
6.2.2. Steel Framing.	6
6.2.3. Componentes de la construcción Steel Framing.	7
6.2.4. Perfiles en Steel Framing.	8
6.2.5. ¿Por qué el Steel Framing es un sistema sismo-resistente?.	10
6.2.6. Requerimientos para la construcción.	11

6.3. Uniones emperradas. . . . .	.12
7. Planos arquitectónicos de la vivienda	13
8. Análisis de la estructura	14
8.1. Datos considerados para el análisis y diseño . . . . .	.16
8.2. Cargas . . . . .	.16
8.3. Combinaciones de cargas para estructuras metálicas . . . . .	.17
8.4. Materiales y otras consideraciones . . . . .	.17
8.5. Consideraciones para el análisis y diseño . . . . .	.17
9. Cimentación de una casa tradicional	18
9.1. Cargas aplicadas . . . . .	.18
9.1.1. Carga vertical . . . . .	.18
9.1.2. Carga horizontal(Sísmica) . . . . .	.18
9.1.3. Combinación de cargas . . . . .	.19
9.2. Cálculo de zapatas aisladas . . . . .	.20
9.3. Datos Cargas: . . . . .	.21
9.3.1. Cargas de servicio . . . . .	.22
9.3.2. Área de cimentación . . . . .	.22
9.3.3. Excentricidad . . . . .	.23
9.3.4. Revisión de esfuerzos . . . . .	.23
9.3.5. Cargas últimas . . . . .	.23
9.3.6. Esfuerzos últimos . . . . .	.24
9.3.7. Corte unidireccional . . . . .	.24
9.3.8. Corte bidireccional . . . . .	.26
9.3.9. Momento último . . . . .	.26
9.3.10. Revisión de altura por flexión . . . . .	.27
9.3.11. Acero de refuerzo . . . . .	.27
9.3.12. Longitud de desarrollo . . . . .	.28

10.Cimentación para viviendas en Steel Framing	29
10.1. Excentricidad . . . . .	.31
10.2. Revisión de esfuerzos . . . . .	.31
10.3. Cargas últimas . . . . .	.33
10.4. Esfuerzos últimos . . . . .	.33
10.5. Cálculo de altura efectiva . . . . .	.34
10.6. Momento último . . . . .	.34
10.7. Acero de refuerzo . . . . .	.35
11.Análisis Económico	36
11.1. Generalidades . . . . .	.36
11.2. Analisis económico de la estructura y mano de obra en Hormigón Armado . . . . .	.36
11.2.1. Presupuesto referencial . . . . .	.36
11.2.2. Costo por metro cuadrado de construcción en hormigón armado . . . . .	.37
11.2.3. Cantidades de obra en hormigón armado . . . . .	.37
11.3. Tiempo estimado de construcción en hormigón armado . . . . .	.40
11.3.1. Duración de las distintas actividades . . . . .	.40
11.3.2. Tiempo constructivo de cada rubro . . . . .	.41
11.4. Análisis económico de la estructura en Steel Framing . . . . .	.41
11.4.1. Presupuesto referencial . . . . .	.41
11.4.2. Costo por metro cuadrado de construcción en Steel Framing . . . . .	.42
11.4.3. Cantidades de obra en el Steel Framing . . . . .	.43
11.4.4. Modulación y cuantificación de materiales . . . . .	.44
11.4.5. Cuantificación aproximada . . . . .	.44
11.4.6. Cálculo aproximado de studs . . . . .	.45
11.4.7. Cálculo aproximado de tracks . . . . .	.46
11.5. Tiempo estimado de construcción en Steel Framing . . . . .	.48
11.5.1. Tiempo estimado de construcción de cada rubro . . . . .	.48
11.6. Maquinaria requerida para la construcción en hormigón armado . . . . .	.50
11.7. Maquinaria requerida para la construcción enSteel Framing . . . . .	.51
12. Análisis comparativo de una casa tradicional vs Steel Framing	52
12.1. Análisis de demanda/capacidad . . . . .	.52
12.2. Ventajas de la construcción Steel Framing . . . . .	.54
12.3. Desventajas de la construcción Steel Framing . . . . .	.56

12.4. Comparativa de la construcción en la forma tradicional versus Steel Framing	56
12.4.1. Tiempo de montaje del sistema tradicional y del Steel Framing	56
12.4.2. Costo de material y mano de obra sistema tradicional y del Steel Framing	57
12.4.3. Tipo y volumen del sistema tradicional y del Steel Framing	58
12.5. Ventajas de la construcción en la forma tradicional	59
12.6. Desventajas de la construcción en la forma tradicional	59
13. Conclusiones.	60
14. Recomendaciones.	61
Referencias	63
ANEXOS	64
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN H.A	65
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN S.F	75

Lista de Tablas

1.	Valores de los materiales.....	16
2.	Valores de carga aplicada para el análisis	18
3.	Tipos de combinaciones	20
4.	Nomenclatura con su respectiva descripción.....	21
5.	Presupuesto referencial en hormigón armado.....	37
6.	Volumen de excavación	37
7.	Volumen de hormigón de replantillo	38
8.	Volumen de hormigón en plintos.....	38
9.	Acero de refuerzo de cimentación	38
10.	Volumen de hormigón en columnas.....	38
11.	Volumen de hormigón en vigas	39
12.	Acero de refuerzo en vigas	39
13.	Volumen de H.S. en losas	40
14.	Cantidad de bloques.....	40
15.	N° de planchas de malla electrosoldada	40
16.	Duración constructiva por rubro	41
17.	Presupuesto referencial de S.F.....	42
18.	Volumen de excavación	43
19.	Area de tendido, conformación y compactación	43
20.	Volumen de hormigón de replantillo	43
21.	Volumen de hormigón de losa	43
22.	N°de planchas de malla electrosoldada	44
23.	Cantidad de perfiles	44
24.	Datos de edificación	45
25.	Cuantificación aproximada de Planta baja.....	47
26.	Cuantificación aproximada de Planta alta.....	47
27.	Cuantificación aproximada- Cubierta.....	47
28.	Cuantía de acero	48
29.	Unidades de placas eterboard	48
30.	Unidades de placas eterboard	48
31.	Tiempo constructivo con Steel Framing	49
32.	Maquinaria empleada en hormigón armado	50
33.	Maquinaria empleada en Steel Framing.....	51
34.	Comparativa de una casa tradicional vs Steel Framing.....	52
35.	Datos de cargas utilizadas en el software	53

Lista de Figuras

1.	Distribución de carga en vigas y columnas.....	6
2.	Componentes de una estructura Steel Framing.....	7
3.	Esquema de vivienda con Steel Framing.....	8
4.	Perfil tipo C y tipo U.....	8
5.	Perfilería tipo C.....	9
6.	Perfilería tipo U.....	10
7.	Unión atornillada.....	12
8.	Vista frontal y latera de la vivienda.....	13
9.	Vista de primera y segunda planta.....	14
10.	Colocación de la cruz de San Andres.....	15
11.	Prototipo de vivienda realizada en software especializado.....	16
12.	Carga de sismo.....	19
13.	Interpretación de cargas y sentido para el análisis.....	21
14.	Sección crítica para cortante unidireccional.....	25
15.	Diagrama para cálculo de momento último.....	27
16.	Armadura de refuerzo en zapata.....	29
17.	Centroide de la vivienda representado en dos dimensiones.....	30
18.	Centroide de la vivienda representado en tres dimensiones.....	31
19.	Acero de refuerzo en vigas.....	36
20.	Análisis demanda/capacidad.....	54
21.	Tiempo de montaje casa tradicional vs Steel framing.....	57
22.	Costo de material de la casa tradicional vs Steel framing.....	57
23.	Mano de obra de la casa tradicional vs Steel framing.....	58
24.	Volumen de la casa tradicional vs Steel framing.....	58

1. Resumen

La presente investigación compara el sistema tradicional versus el sistema Steel Framing en la construcción de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros. El estudio analizó un sistema de construcción tradicional (de vigas y columnas en hormigón reforzado) y Steel Framing para comparar entre ambos sistemas: eficiencia, velocidad de ejecución, costos, mano de obra y maquinaria que se debe emplear. Para el análisis se empleó un software de cálculo del cual se partió para obtener datos de carga que se utilizaron para los posteriores cálculos. Los costos del material, mano de obra, tiempos fueron facilitados por la empresa TUGALT S.A, de donde se partió para realizar la comparativa con el sistema tradicional, donde se obtuvo que la estructura en Steel Framing resulta un tanto menor o igual en sus costos de construcción con un porcentaje diferencial de 5.30 %, la maquinaria empleada en el sistema Steel Framing resulta ser de menores prestaciones o complejidad que la empleada en una construcción tradicional de hormigón armado. El porcentaje de ahorro del Steel Framing en el tiempo de construcción es de 50.64%, por lo que resulta ser más eficiente que el sistema de construcción tradicional. El porcentaje de ahorro de cimentación en el Steel Framing es de 70 % comparándolo con el sistema tradicional.

Palabras clave: Steel Framing, Sistema tradicional, Construcción en seco, construcción industrializada, construcción sostenible

Abstract

The present investigation compares the traditional system versus the Steel Framing system in the construction of dwellings of up to 2 floors with heights of up to 5 meters. The study analysed a traditional construction system (reinforced concrete beams and columns) and Steel Framing to compare the two systems: efficiency, speed of execution, costs, labour and machinery to be employed. For the analysis, calculation software was used from which load data were obtained that were used for subsequent calculations. The costs of material, labor, time were provided by the company TUGALT S.A, from where it was started to make the comparison with the traditional system. It was found that the structure in Steel Framing is somewhat lower or the same in its construction costs with a differential percentage of 5.30%, the machinery used in the Steel Framing it turns out to be of lower performance or complexity than that used in a traditional reinforced concrete construction. Steel Framing saves 50.64% of the construction time, making it more efficient than the traditional construction system. The percentage of foundation savings in Steel Framing is 70 % compared to the traditional system..

keywords: Steel Framing, traditional system, Dry construction, industrialized construction, sustainable construction.

2. Introducción.

Las viviendas de carácter social tienen como objetivo ser realizadas de forma masiva y rápida a un bajo costo, (Guerra A., 2013) cumpliendo las normativas de construcción y manteniendo una calidad óptima, para esto se estudia nuevos sistemas de construcción desarrollando las nuevas tecnologías y nuevos productos que están hoy en día en el mercado; el sistema constructivo tradicional es comparado con nuevos métodos tecnológicos desarrolladas por las compañías que proveen la materia prima al sector de la construcción, (Sotomayor, 2018) uno de estos sistemas nuevos es el Steel Framing por ser un sistema que brinda variedad de ventajas constructivas modernas. (Lucero Castro, 2019)

La técnica constructiva del hormigón armado, es un método constructivo tradicional, consiste en emplear columnas de hormigón reforzadas con varillas, barras o mallas de acero, llamadas armaduras. (MAXIFRAME, 2000) El hormigón armado es de amplio uso en la construcción siendo utilizado en edificios de todo tipo, caminos, puentes, presas, túneles, obras industriales y también en obras marítimas. (de desarrollo urbano y vivienda, 2016) El hormigón armado es susceptible a fallas debido a la corrosión que se presenta en los aceros, por lo tanto, se toman medidas de prevención que requiere a ingenieros mecánicos e ingenieros civiles para poder dar un mantenimiento adecuado a estructuras que sufren de esta corrosión. (Quiñonez Olaya, 2016)

El concepto principal de las estructuras realizadas con Steel Framing es dividir la estructura en una gran cantidad de elementos estructurales, de manera que cada uno resista una porción de la carga total. (Mauricio Jorajuria, 2015) Con este criterio, es posible utilizar elementos más esbeltos, más livianos y fáciles de manipular. Así, una pared continua tradicional resuelta, por ejemplo, con mampostería se convierte, al construirla con Steel Framing, (Carpio Toral, 2014) en un panel compuesto por una cantidad de perfiles “C” denominados “Stud”, que transmiten las cargas verticalmente, por contacto directo a través de sus almas, estando sus secciones en coincidencia. (ConsulSteel, 2015) Por lo tanto, las almas de las vigas deben coincidir con las almas de los montantes ubicados sobre y/o por debajo del entrepiso, dado que la carga recibida por cada viga será transmitida puntualmente al montante del panel que le sirve de apoyo. (Guerra A., 2013) Esta descripción es la que da origen al concepto de estructura alineada, (o “in line framing”). (Carpio Toral, 2014)

Al momento de construir viviendas algunas personas piensan que el sistema tradicional es el más eficiente, económico y rápido que existe. (INEN, 2014) Pero no consideran otros factores en la construcción que tenga mayores beneficios en cuanto a la velocidad de construcción, la sismo - resistencia, confort térmico y acústico, (Cáceres Gaibor, 2018) que no se necesite

de maquinaria pesada a excepción de la cimentación de la vivienda. (MAXIFRAME, 2000) Son varios parámetros que las personas no consideran y terminan eligiendo en la construcción métodos tradicionales que son poco modernos. (Lucero Castro, 2019)

Por lo tanto, al realizar una comparativa en el sistema tradicional versus el Steel framing en la construcción de viviendas, (Cáceres Gaibor, 2018) se obtendrá los beneficios de este nuevo sistema de construcción en relación a la construcción tradicional para poder tener una mejor selección al momento de construir las viviendas. (INEN, 2014) Utilizando para aquello los conocimientos necesarios con el cálculo estructural y aplicando las normas vigentes de construcción que rigen en nuestro país. (Lucero Castro, 2019)

Un parámetro importante en la construcción de una vivienda es la seguridad para lo cual se garantiza mediante el modelo de cálculo, (CAMICON, 2017) con un diseño de vivienda, otro factor social que afecta a la clase media-baja y clase baja son los costos de construcción en la vivienda, (McCormac, 2013) puesto que bajos recursos económicos limitan el diseño de viviendas que son construidas con sistemas tradicionales, por lo tanto es necesario realizar un análisis económico comparativo en donde se refleje los costos que conlleva al construir por el método tradicional y el Steel framing. (Cáceres Gaibor, 2018)

3. Problema.

3.1. Antecedentes

La demanda de vivienda está determinada, entre otras variables, por el crecimiento poblacional y la formación de nuevos hogares. (Guerra A., 2013) Todas las personas, tiene derecho a una solución habitacional, que les permita protegerse del medio ambiente. (Carpio Toral, 2014) La vivienda representa por lo tanto una necesidad básica, que satisfaga las necesidades de la persona. (Lucero Castro, 2019)

El sistema Steel Framing no solo puede usarse en viviendas, sino que puede usarse en infraestructuras grandes satisfaciendo las necesidades de la persona que desea adquirir el bien, por lo tanto, (Cáceres Gaibor, 2018) resulta ser rentable dirigir un proyecto con estándares de mayor calidad para satisfacer la demanda. (Quiñonez Olaya, 2016)

El análisis de costos es importante en la adquisición de un bien, (Mauricio Jorajuria, 2015) por lo que permite analizar si existe un exceso de inversión y por supuesto con los elementos necesarios para tomar decisiones, (McCormac, 2013) es decir tener las alternativas de mover las estrategias financieras para obtener la rentabilidad deseada en los tiempos estimados o en su defecto acabar con el proyecto. (Sotomayor, 2018)

La NEC por ahora permite viviendas de 5 metros de luz y hasta dos pisos. Pero se puede ejecutar viviendas o edificaciones de mayor envergadura gracias a la amplia gama de perfiles conformados en frío que emplea el Steel Framing o Construcción en Seco. (Sotomayor, 2018)

3.2. Problema General.

- ¿Se ha comparado el sistema tradicional con el sistema Steel framing en la construcción de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.?

3.3. Problemas Específicos.

- ¿Cuál sería el tiempo de montaje en el sistema tradicional versus el sistema Steel framing en la construcción de una vivienda de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.?
- ¿Cuáles serían los costos de material y mano de obra para el método tradicional y Steel framing en la construcción de una vivienda de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m.?
- ¿Cuál sería el tipo o volumen de cimentación empleada para el sistema tradicional y Steel framing en la construcción de una vivienda de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 m.?
- ¿Qué tipo de maquinaria se utilizaría para el método tradicional y el Steel framing en la construcción de una vivienda de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m.?
- ¿Cuáles serían las ventajas y desventajas del sistema tradicional versus el Steel framing en la construcción de una vivienda de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m.?

4. Beneficiarios.

- Los resultados encontrados serán de utilidad para TUGALT para investigaciones posteriores.
- Los constructores en general.
- Profesionales de la construcción
- Estudiantes de carreras afines a la construcción.
- Usuarios finales o clientes, ya que es un sustento importante para que las personas vayan adoptando esta nueva metodología constructiva sin temor alguno.

5. Objetivos.

5.1. Objetivo General.

- Comparar el sistema tradicional versus el sistema Steel framing en la construcción de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.

5.2. Objetivos Específicos.

- Comparar el tiempo de montaje el sistema tradicional versus el sistema Steel framing en la construcción de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.
- Comparar los costos de material y mano de obra para construcción de una casa de la forma tradicional y Steel framing.
- Diferenciar el tipo o volumen de cimentación empleada en la construcción de una casa de la forma tradicional y Steel framing.
- Comparar la maquinaria empleada en la construcción de una casa de la forma tradicional y Steel framing.
- Obtener las ventajas y desventajas del sistema tradicional y Steel framing.

6. Marco Teórico.

6.1. Tipos de estructuras.

6.1.1. Estructura de acero.

Se define como estructura de acero a los elementos o conjuntos de elementos de acero que forman la parte resistente y sustentante de una construcción. (Quiñonez Olaya, 2016) Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras mixtas de acero y hormigón. (CAMICON, 2017) Las Estructuras de acero constituyen un sistema constructivo muy difundido en varios países, cuyo empleo suele crecer en función de la industrialización alcanzada en la región o país donde se utiliza. (Guerra A., 2013) Las estructuras de acero poseen una gran capacidad resistente por el empleo de acero. (Alacero, 2007) Esto le confiere la posibilidad de lograr soluciones de gran envergadura, como cubrir grandes claros. (Carpio Toral, 2014) Al ser sus piezas prefabricadas, y con medios de

unión de gran flexibilidad, se acortan los plazos de obra significativamente (Gavidia González, 2015).

En cuanto a las verificaciones y determinaciones de las respectivas resistencias de los perfiles básicos del sistema, que son los montantes y las soleras de los entramados, en general la nueva edición de la norma AISI 2007 no aporta modificaciones importantes, salvo en el tema de la verificación de pandeo. En las cláusulas C.3.1.4, que tratan el pandeo distorsional en flexión y la C.4.2 de pandeo distorsional en compresión, se introducen en esta edición verificaciones adicionales, que los ingenieros estructurales responsables del diseño de estructuras de Steel Framing deben respetar y eventualmente aplicar, cuando fuera procedente.

El Standard AISI S213 Lateral Design del año 2007, complementario de la norma AISI 2007, contrariamente a los procedimientos preferidos usuales de uniones con tornillos en las diagonales de cintas de acero, especifica uniones soldadas en lugar de tornillos, salvo casos en que se compruebe que las uniones de tornillos cumplan ciertas exigencias. Es recomendable que el ingeniero estructural, que diseñe estructuras en Steel Framing de mayor altura y zonas de alta sismicidad.

6.1.2. Estructura de mampostería tradicional.

Mampostería, se conoce como el sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos, para diversos fines, (Gavidia González, 2015) mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos) que pueden ser ladrillos, bloques de cemento prefabricados, piedras talladas en formas regulares o no, entre otros. (Cáceres Gaibor, 2018) Son una solución tradicional y eficaz, empleada en construcciones durante mucho tiempo a lo largo de la historia. (McCormac, 2013) Este sistema permite una reducción en los desperdicios de los materiales empleados y genera fachadas portantes; es apta para construcciones en alturas grandes. (Lucero Castro, 2019) La mayor parte de la construcción es estructural. (Sotomayor, 2018)

6.1.3. Sistema tradicional aporticado.

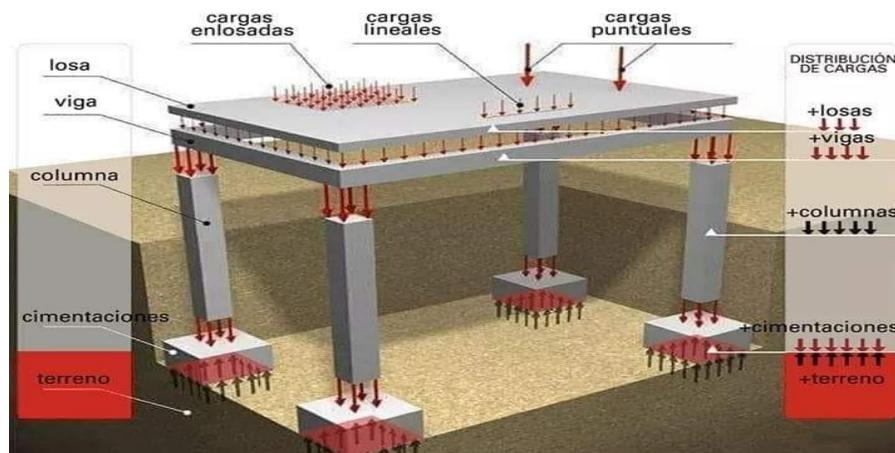
Los elementos porticados, son estructuras de concreto armado con la misma dosificación columnas - vigas, unidas en zonas de confinamiento donde forman un ángulo de 90° en el fondo parte superior y lados laterales, es el sistema de los edificios porticados. (Gavidia González, 2015) Los que soportan las cargas muertas, las ondas sísmicas por estar unidas como su nombre lo indica-El porticado o tradicional consiste en el uso de columnas, losas y muros divisorios en ladrillo. (CAMICON, 2017)

6.2. Sistemas de construcción.

6.2.1. Hormigón armado.

El sistema constructivo del hormigón armado, es una técnica de construcción que se viene utilizando desde finales de la Republica Romana, consiste en la utilización del hormigón reforzado con barras o mallas de acero, llamadas armaduras. La utilización del acero cumple la misión de transmitir los esfuerzos de tracción y cortante a las vigas y columnas, mientras el hormigón tiene gran resistencia a la compresión, pero su resistencia a tracción es pequeña. Este sistema es utilizado para la construcción de edificios, viviendas, puentes, presas, túneles, obras industriales y también en obras marítimas. (Quiñonez Olaya, 2016)

Figura 1: Distribución de carga en vigas y columnas.



Fuente: Carpio Toral (2014)

6.2.2. Steel Framing.

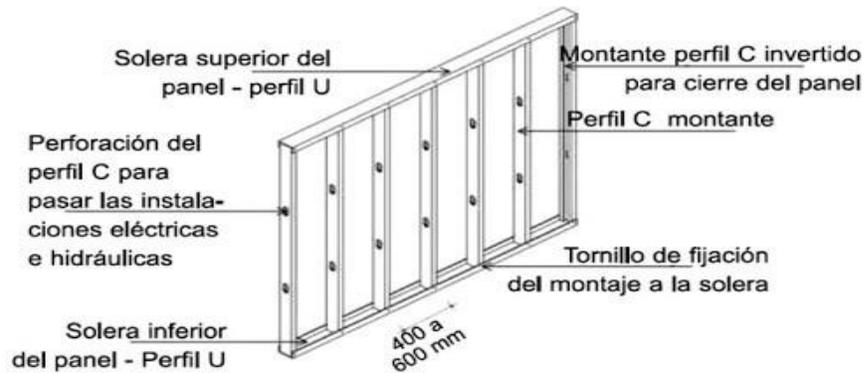
El Steel Framing es un sistema constructivo que utiliza perfiles de acero galvanizado, haciendo de este sistema un sistema liviano y resistente, además se puede industrializar lo que hace que su construcción sea rápida y limpia. (Mauricio Jorajuria, 2015)

Los marcos de acero galvanizado o Steel Framing, son un sistema constructivo que ha tenido gran acogida en el mundo, (Sotomayor, 2018) ya que representa múltiples beneficios en la construcción, como son: diseños versátiles, cronograma corto y predecible, menos desechos y desperdicios, (Quiñonez Olaya, 2016) facilidad para instalaciones, menor estructura de cimentación, no usa maquinaria pesada y mano de obra calificada lo que nos da como resultado ahorro de tiempo de ejecución y de entrega además de generar cierta economía al bolsillo del

cliente final, su vez puede garantizar la seguridad ya que son estructuras sismo resistentes, (Cáceres Gaibor, 2018) no es vulnerable a plagas, hongos, moho y es resistente al oxido y a la corrosión por lo que necesita menos mantenimiento y da mayor vida útil. (Carpio Toral, 2014)

6.2.3. Componentes de la construcción Steel Framing.

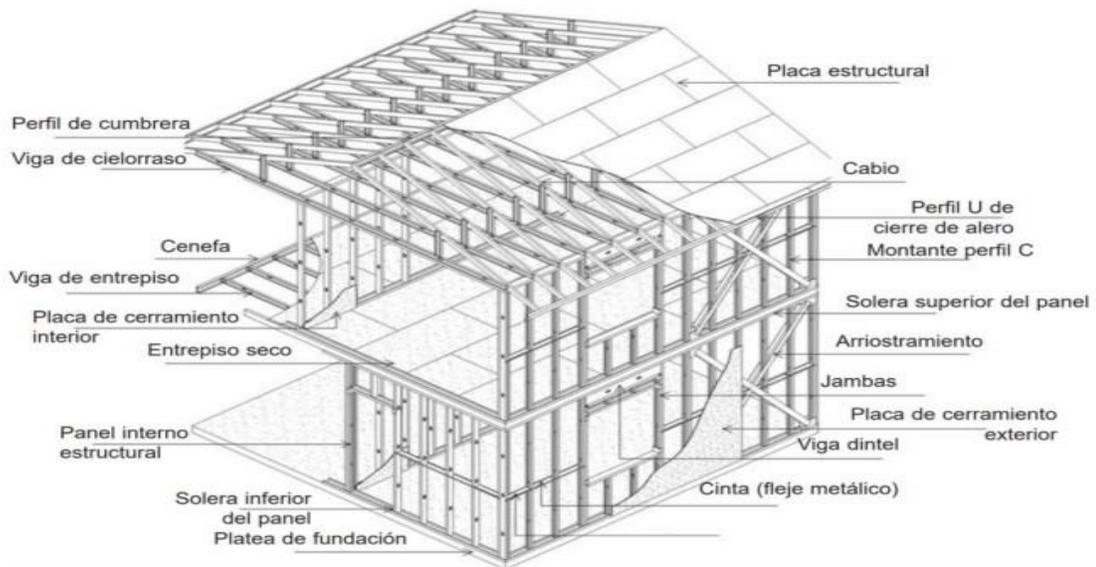
Figura 2: Componentes de una estructura Steel Framing.



Fuente: Carpio Toral (2014)

En la siguiente imagen se puede apreciar esquemáticamente la estructura y los subsistemas de una vivienda construida con Steel Framing. (Alacero, 2007) Conformada básicamente por paneles, losas y cubierta. (Guerra A., 2013) Los cuales trabajando conjuntamente soportan los esfuerzos a los que está sometida la estructura y posibilitan su integridad estructural. (Lucero Castro, 2019)

Figura 3: Esquema de vivienda con Steel Framing.

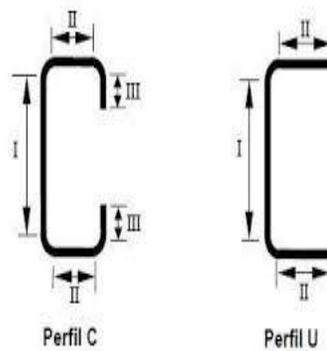


Fuente: (Alacero, 2007)

6.2.4. Perfiles en Steel Framing.

Los perfiles utilizados en la mayoría de los casos constan con dimensiones que se observan en las tablas proporcionadas por TUGALT S.A. en su línea de perfiles MAXIFRAME, los cuales cumplen con lo establecido por la SSMA (Steel Stud Manufacturers Association) y normativas para perfiles conformados en frío como las proporcionadas por la AISI.

Figura 4: Perfil tipo C y tipo U.



Fuente: (Alacero, 2007)

A nivel local, la empresa TUGALT S.A. provee perfiles para Steel Framing con las dimensiones mencionadas en las normativas.

Figura 5: Perfilera tipo C.

PERFILES STUD STEEL FRAMING (MAXIFRAME) (ESTRUCTURAL)								
Designación del perfil	Sección SSSMA'	Dimensiones						Fluencia (Mpa)
		Alma	Ala	Labio	Radio	Espesor SSMA	Espesor nominal	
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
PGG 89x41x13	350S162	89	41	13	2	0.84	0.93	230
		89	41	13	2	1.09	1.20	230
		89	41	13	2	1.37	1.50	340
		89	41	13	2	1.73	1.90	340
		89	41	13	2	2.46	2.60	340
PGG 102x41x13	400S162	102	41	13	2	0.84	0.93	230
		102	41	13	2	1.09	1.20	230
		102	41	13	2	1.37	1.50	340
		102	41	13	2	1.73	1.90	340
		102	41	13	2	2.46	2.60	340
PGG 140x41x13	550S162	140	41	13	2	0.84	0.93	230
		140	41	13	2	1.09	1.20	230
		140	41	13	2	1.37	1.50	340
		140	41	13	2	1.73	1.90	340
		140	41	13	2	2.46	2.60	340
PGG 203x41x13	800S162	203	41	13	2	0.84	0.93	230
		203	41	13	2	1.09	1.20	230
		203	41	13	2	1.37	1.50	340
		203	41	13	2	1.73	1.90	340
		203	41	13	2	2.46	2.60	340
PGG 254x41x13	1000S162	254	41	13	2	1.09	1.20	230
		254	41	13	2	1.37	1.50	340
		254	41	13	2	1.73	1.90	340
		254	41	13	2	2.46	2.60	340
PGG 305x41x13	1200S162	305	41	13	2	1.37	1.50	340
		305	41	13	2	1.73	1.90	340
		305	41	13	2	2.46	2.60	340

Fuente: (MAXIFRAME, 2000)

Figura 6: Perfilera tipo U.

PERFILES TRACK STEELFRAMING (MAXIFRAME) (ESTRUCTURAL)							
Designación del perfil	Sección SSSMA ¹	Dimensiones					Fluencia (Mpa)
		Alma (mm)	Ala (mm)	Radio (mm)	Espesor SSMA (mm)	Espesor nominal (mm)	
PGC 89x38	350T150	89	38	2	0.84	0.93	230
		89	38	2	1.09	1.20	230
		89	38	2	1.37	1.50	340
		89	38	2	1.73	1.90	340
		89	38	2	2.46	2.60	340
PGC 102x38	400T150	102	38	2	0.84	0.93	230
		102	38	2	1.09	1.20	230
		102	38	2	1.37	1.50	340
		102	38	2	1.73	1.90	340
		102	38	2	2.46	2.60	340
PGC 140x38	550T150	140	38	2	0.84	0.93	230
		140	38	2	1.09	1.20	230
		140	38	2	1.37	1.50	340
		140	38	2	1.73	1.90	340
		140	38	2	2.46	2.60	340
PGC 203x38	800T150	203	38	2	0.84	0.93	230
		203	38	2	1.09	1.20	230
		203	38	2	1.37	1.50	340
		203	38	2	1.73	1.90	340
		203	38	2	2.46	2.60	340
PGC 254x38	1000T150	254	38	2	1.09	1.20	230
		254	38	2	1.37	1.50	340
		254	38	2	1.73	1.90	340
		254	38	2	2.46	2.60	340
PGC 305x38	1200T150	305	38	2	1.37	1.50	340
		305	38	2	1.73	1.90	340
		305	38	2	2.46	2.60	340

Fuente: (MAXIFRAME, 2000)

6.2.5. ¿Por qué el Steel Framing es un sistema sismo-resistente?.

En primer lugar, menor masa. Como hemos visto los componentes estructurales son perfiles en acero de bajo espesor. (Alacero, 2007) Este sistema tiene la capacidad de soportar cargas laterales como las generadas por el viento y también es capaz de disipar de manera eficiente la energía sísmica. (Peña, 2015) Existe también un menor riesgo a que se desplome la tabiquería ya que las placas de revestimiento se fijan en múltiples puntos. Y finalmente

todos los materiales que componen al sistema tiene calidad consistente. (Carpio Toral, 2014) Los sismos producen movimientos en los cimientos y su vez generan cargas laterales en las edificaciones. La magnitud de las fuerzas a la cual se somete la estructura durante un sismo depende de la masa. Mientras más pesada sea la edificación mayor va a ser la fuerza lateral que se genere. (Gavidia González, 2015)

Este sistema está concebido como paredes portantes. Es decir, las paredes reciben y transmiten cargas gravitacionales y laterales. Los perfiles se fijan entre sí mediante tornillos. Esta conexión actúa como pin. (Lucero Castro, 2019) Es por eso que los paneles deben rigidizarse para poder soportar cargas laterales. Para ello contamos con varios métodos de rigidización como se observa en la figura 10. (Mauricio Jorajuria, 2015) Podemos usar: Cinta de rigidización o cruz de San Andrés: este método emplea fleje de acero, o cintas diagonales de acero galvanizado de bajo espesor, estas cintas rigidizan al panel y hacen que reciba y transmita cargas laterales. (Quiñonez Olaya, 2016) Las cintas disipan energía al deformarse ante la acción de una carga lateral. Las dimensiones y ubicación de la cinta las define el diseñador. Es un método muy sencillo y eficaz. (McCormac, 2013)

6.2.6. Requerimientos para la construcción.

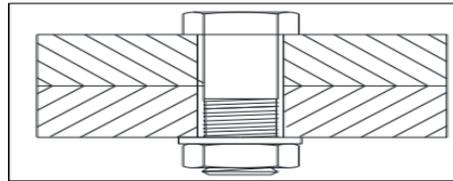
El requerimiento para la construcción de estructuras metálicas en el Ecuador se rige bajo: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN - NEC-SE-HM ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. (INEN, 2014)

- Instituto Ecuatoriano de Normalización “REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 037:2009 DISEÑO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO”
- Normativa ecuatoriana de la construcción NEC. NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
- Normativa ecuatoriana de la construcción NEC. NEC-SE-CG: Cargas (nosísmicas) NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 1 NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 2 NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 3 NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 4 NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
-

6.3. Uniones empernadas.

Consiste en la unión de dos o más piezas sueltas a través de elementos de unión estandarizados (tornillos y tuercas), estas también llamadas como uniones soltables. (McCormac, 2013)

Figura 7: Unión atornillada.



Fuente: (McCormac, 2013)

Las uniones empernadas tienen el fin de:(Quiñonez Olaya, 2016)

- Mantener en la posición deseada las piezas que se van a unir.
- Crear la fuerza necesaria para la unión y de mantener la misma por el tiempo necesario.
- Transmitir movimientos y fuerzas de piezas constructivas.

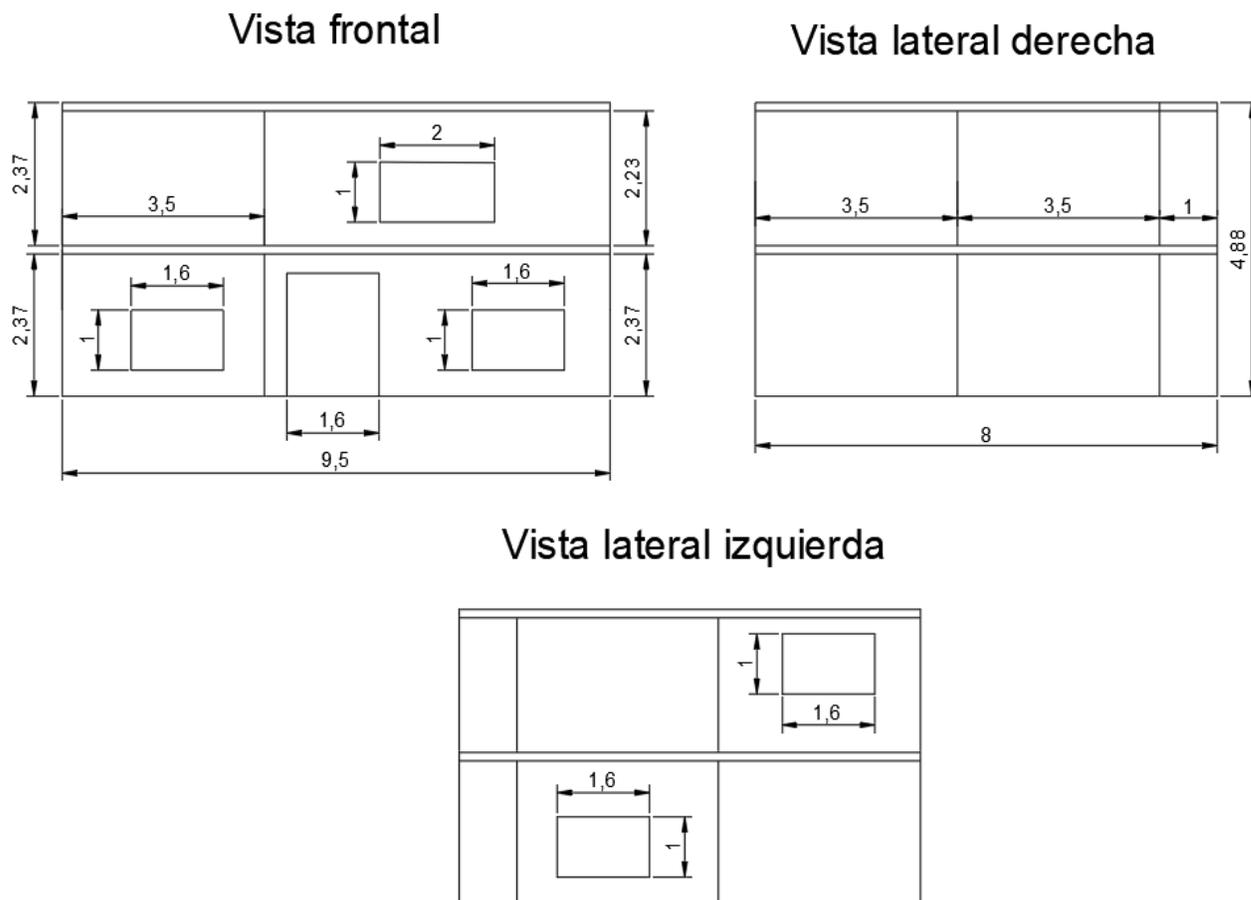
La norma ISO 10684 (2004-2006) establece que los elementos estructurales que sean expuestos a intemperie deben de tener aislación galvanizada y debe cumplir los siguientes requisitos:

- Aplicable a toda clase de tornillería ordinaria y de alta resistencia con paso de rosca grueso y diámetro M8 a M64.
- Aplicable a toda clase de tornillería ordinaria y de alta resistencia con paso de rosca grueso y diámetro M8 a M64.
- Establece un único espesor mínimo de recubrimiento (50 micras).
- Regula los espesores máximos del recubrimiento y las holguras mínimas y máximas en el mecanizado de las roscas.
- Prohíbe la galvanización a alta temperatura (550°C) de los tornillos de calidad 10.9 de tamaños gruesos (>27 mm de diámetro).

7. Planos arquitectónicos de la vivienda

En la figura 6 se puede observar las dimensiones de la vivienda en metros, dichas dimensiones nos ayudaran para modelar nuestro prototipo en el software especializado.

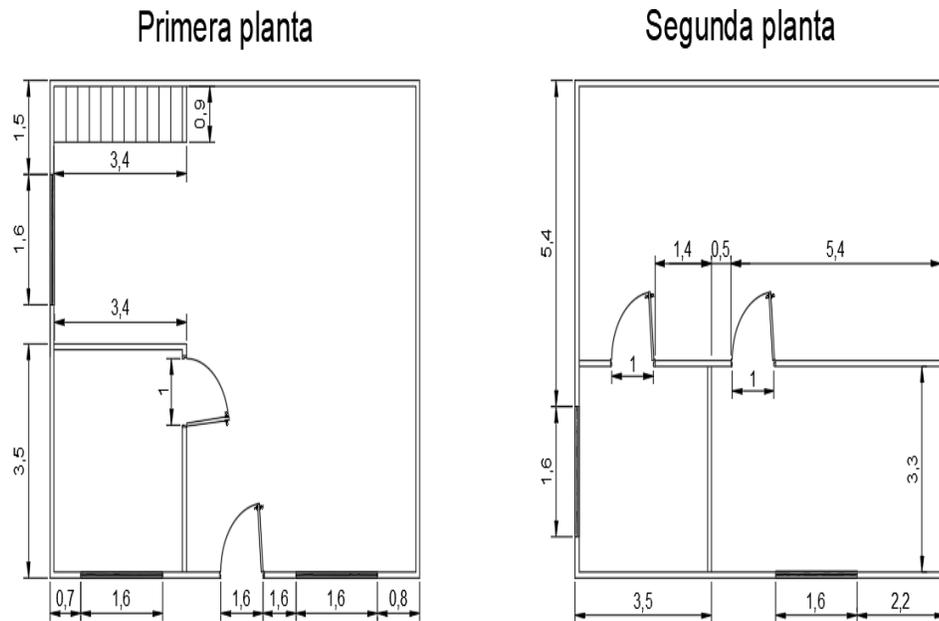
Figura 8: Vista frontal y latera de la vivienda.



Fuente: Autor

En la figura 7 se puede observar los planos de la primera y segunda planta, los cuales nos servirán para el diseño de nuestro prototipo.

Figura 9: Vista de primera y segunda planta.



Fuente: Autor

8. Análisis de la estructura

En la siguiente imagen podemos apreciar el prototipo empleado para llevar a cabo todos los cálculos con ayuda del software especializado en análisis estructural. El domicilio cuenta con dos pisos de altura con una luz de 5m. La vivienda utiliza el método de la cruz de San Andrés que es una forma de rigidización mediante flejes de chapa de acero dispuesto en cruz y tensados, los cuales permite la transmisión de cargas laterales (de viento y sísmicas). Al colocar un fleje en diagonal y anclajes se evitan los efectos de la rotación y desplazamientos.

Figura 10: Colocación de la cruz de San Andres

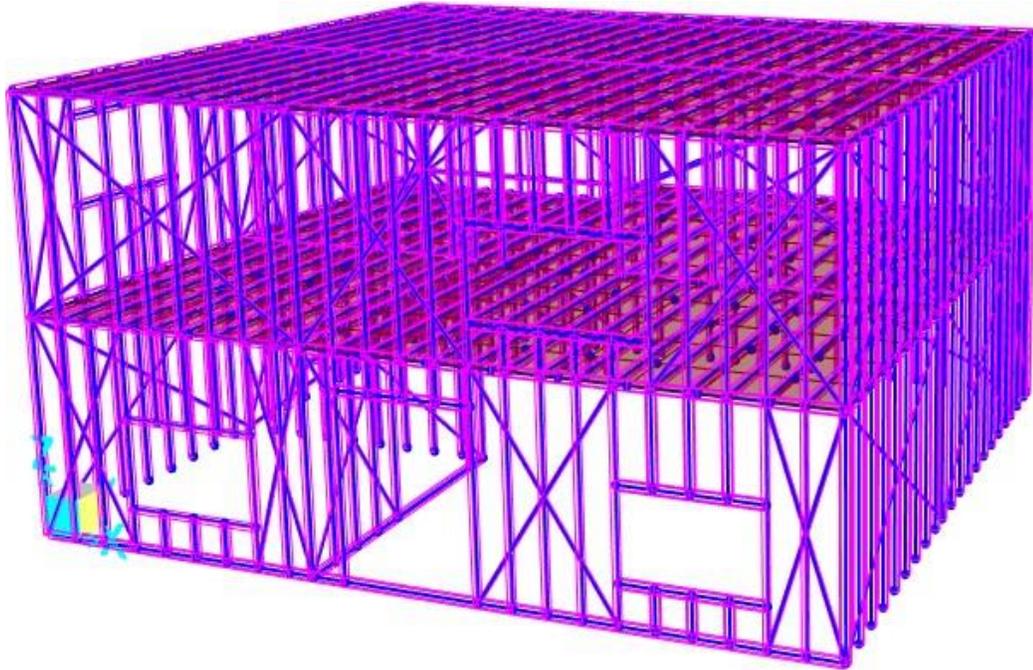


Fuente:(McCormac, 2013)

Con respecto al diseño sismo - resistente de los pórticos se adoptó el método de la resistencia unitaria última, por lo que se siguieron las siguientes hipótesis: Para las cargas verticales se han seguido las normas vigentes en la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION. En las relaciones de rigideces se ha considerado la naturaleza plástica de los elementos estructurales. Para hallar los esfuerzos debido a cargas verticales, se ha considerado la rigidez plástica y las operaciones han seguido el curso del método de rigideces sucesivas. Con respecto a los esfuerzos que produce la fuerza sísmica, esta se ha obtenido mediante la fórmula anotada anteriormente y los esfuerzos se resolvieron con los coeficientes de distribución proporcionalmente a las rigideces de los miembros. Los esfuerzos de diseño de las secciones se solucionaron bajo la simple combinación de los esfuerzos debidos a cargas permanentes y los esfuerzos debidos al sismo.

Para el diseño estructural se ha modelado la estructura presentada en la Figura 3, de acuerdo con los planos arquitectónicos del presente proyecto.

Figura 11: Prototipo de vivienda realizada en software especializado



Fuente: Autor

8.1. Datos considerados para el análisis y diseño

Material	Re(kg/cm ²)
Steel Framing	2534
Acero de Refuerzo	4200
Hormigón Estructural	210
Hormigón Cimientos	240
Hormigón Replanteo	180

Tabla 1: Valores de los materiales

8.2. Cargas

- D = Carga Muerta
- L = Sobrecarga (carga viva)

- L_r = Sobrecarga de cubierta (Carga viva) $R =$
- Carga por Lluvia o Granizo
- E = Carga de Sism

8.3. Combinaciones de cargas para estructuras metálicas

Combinaciones de cargas a Rotura: (NEC-SE-CG) 1.4D

- $1.2D+1.6L+0.5máx [Lr; S; R]$
- $1.2D+1.6máx [Lr; S; R]+máx. [L; 0.5W]$
- $1.2D+1.0W+L+0.5máx [Lr; S; R]$
- $1.2D±1.0E+L+0.2S$
- $0.9D+1.0W$
- $0.9D±1.0E$

8.4. Materiales y otras consideraciones

El replantillo utilizará hormigón de resistencia cilíndrica a los 28 días de $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$. Las cimentaciones, cadenas de amarre, contrapiso y losetas utilizarán hormigón estructural de resistencia cilíndrica a los 28 días de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La cimentación utilizará resistencia cilíndrica de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$. La armadura de refuerzo en los elementos de hormigón armado será de un límite de fluencia de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

8.5. Consideraciones para el análisis y diseño

A continuación, señalan algunos aspectos relevantes considerados en el análisis y diseño: Las cargas permanentes y vivas se han determinado sobre la base de las indicaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), NEC-SE-CG.

9. Cimentación de una casa tradicional

Los siguientes cálculos que se muestran a continuación nos ayudaran a definir como construir nuestra cimentación. (Cáceres Gaibor, 2018)(Guerra A., 2013)(de desarrollo urbano y vivienda, 2016)

9.1. Cargas aplicadas

9.1.1. Carga vertical

Cimentación. Se ha adoptado un sistema de zapatas aisladas bajo columnas con un área de acuerdo con el esfuerzo solicitado por la carga vertical unido con cadenas de amarre calculadas para el esfuerzo sísmico y el momento solicitado por la carga vertical producida por las paredes. Así mismo cumplirán la función de evitar asentamientos diferenciales y que sea capaz de absorber los esfuerzos de torsión que por la concepción arquitectónica tiene que disipar la estructura ante la excentricidad producida entre el centro de gravedad de las cargas verticales y el centro de rigideces de esta. Vigas, cubierta y columnas. Han sido calculadas para una carga viva de 204 Kg/m² y una carga muerta de 200 Kg/m², el peso propio de viga principales, secundarias; columnas y cubierta. A continuación, se presenta la tabla con las cargas verticales que soportara la estructura según NEC-SE-CG y NEC-SE-DS:

Descripción de Carga	Símbolo	Valor	Unidad	Plantas
Carga Muerta (Losa)	D	15200	kgf	Planta 1
Carga Muerta (Cubierta)	D	5320	kgf	Cubierta
Carga Viva (Losa)	L	15200	kgf	Planta 1
Carga Viva (Cubierta)	L	3800	kgf	Cubierta

Tabla 2: Valores de carga aplicada para el análisis

9.1.2. Carga horizontal(Sísmica)

Para la obtención de los coeficientes sísmicos estáticos, se ha usado LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION NEC-SE para poder verificar la propia seguridad de la estructura.

Los coeficientes sísmicos se han obtenido a través de un análisis estático donde se ha considerado el periodo natural de la edificación, y se ha estimado una respuesta de sismo.

Se adoptado un suelo tipo E que es característico de la zona. Como se ha adoptado una caracterización del peligro sísmico con un factor de 0.15.

Figura 12: Carga de sismo

Carga de Sismo			
Parámetro	Valor	Observ.	Referencia
Factor de Importancia (I) =	1		Tabla 6, Sec.4.1
Factor de Reducción de Respuesta (R) =	6		Tabla 16, Sec.6.3.4
Relación de ampliación espectral (γ) =	1.8		Sec.3.3.1
Zona Sísmica =	5	(Alta)	Fig. 1, Sec.3.1.1
Factor de Zona (Z) =	0.4		Tabla 1, Sec.3.1.1
Tipo de Suelo =	E		Tabla 2, Sec.3.2.1
Coficiente Ct =	0.055		Sec.6.3.3.a
Altura Total del Edificio (Hn) =	4.88	m	Planos Arquitectónicos
Coficiente para Cálculo de Período (α) =	0.9		Sec.6.3.3.a
Período Natural de Vibración (T) =	0.288	seg	Sec.6.3.3.a
Factor de Sitio (Fa) =	1		Tabla 3, Sec.3.2.2.a
Factor de Sitio (Fd) =	1.6		Tabla 4, Sec.3.2.2.a
Factor de Comportamiento Inelástico del Suelo (Fs)	1.3		Tabla 5, Sec.3.2.2.a
Período Tc =	0.96		Sec.3.3.1
Factor en el Espectro para Diseño Elástico (ξ) =	1.5		Sec.3.3.1
Aceleración Espectral (Sa) =	0.7020		Sec.3.3.1
Factor de Irregularidad en Planta (ϕ_p) =	0.80		Tabla 13, Sec.5.2.3
Factor de Irregularidad en Elevación (ϕ_e) =	0.9		Tabla 14, Sec.5.2.3
% de Carga Muerta para Sismo =	16.25	%	Sec. 6.3.2

Fuente: Autor

9.1.3. Combinación de cargas

Las combinaciones de carga usadas para la estructura se definen en la NEC SE para el diseño por Última Resistencia de la siguiente manera:

Las estructuras, componentes y cimentaciones, deberán ser diseñadas de tal manera que la resistencia de diseño iguale o exceda los efectos de las cargas incrementadas, de acuerdo con las siguientes combinaciones.

Combinación	
Combinación 1	1.4D
Combinación 2	1,2 D + 1,6 L + 0,5máx [Lr; S ; R]
Combinación 3	1,2 D + 1,6 máx. [Lr; S ; R] + max [L; 0,5 W]
Combinación 4	1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 máx. [Lr; S ; R]
Combinación 5	1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S
Combinación 6	0.9 D +1.0 W
Combinación 7	0,9 D + 1,0 E

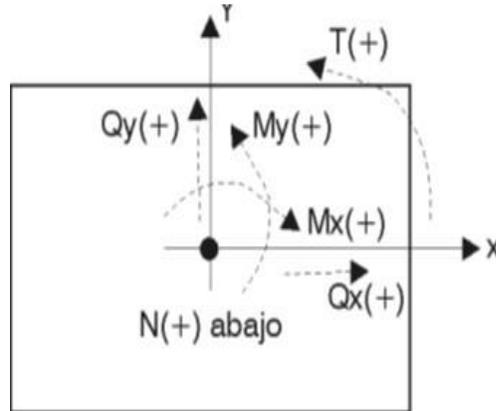
Tabla 3: Tipos de combinaciones

9.2. Cálculo de zapatas aisladas

Cada zapata puede cimentar un número ilimitado de soportes (pilares, pantallas y muros) en cualquier posición. Las cargas transmitidas por los soportes se transportan al centro de la zapata obteniendo su resultante. Los esfuerzos transmitidos pueden ser:

- N: axil
- Mx: momento x
- My: momento y
- Qx: cortante x
- Qy: cortante y T:
- torsor
-

Figura 13: Interpretación de cargas y sentido para el análisis.



Fuente: Autor

9.3. Datos Cargas:

El dato de carga sismica fue tomado de la NEC-SE-DS CARGAS SÍSMICAS DISEÑO SISMO RESISTENTE

Nomenclatura	Descripción
Q_x	cortante x
Q_y	cortante y
N	Carga axial
M_x	Momento en x
M_y	Momento en y
T	Torsor
f'_c	Resistencia de hormigón a la compresión
q_{adm}	Capacidad de carga admisible

Tabla 4: Nomenclatura con su respectiva descripción

Los datos iniciales se muestran a continuación:

$$Q_x = 25,74t. \quad (1)$$

$$Q_y = 4,86t. \quad (2)$$

$$N = 0,42t. \quad (3)$$

$$M_x = -0,069t.m \quad (4)$$

$$M_y = -0,031t.m \quad (5)$$

$$T = 3,358t.m \quad (6)$$

Materiales:

$$f^c = 210kg/cm^2$$

$$q_{adm} = 15tn/m^2$$

Columna:

$$30cm \times 30cm$$

9.3.1. Cargas de servicio

Sumamos (1),(2),(3)

$$P = Q_x + Q_y + N$$
$$P = 25,74t + 4,86t + 0,42t$$

Entonces obtenemos la siguiente carga:

$$P = 31,02t \quad (7)$$

Sumamos (4),(5),(6)

$$M = M_x + M_y + T$$
$$M = -0,069t.m - 0,031t.m + 3,358t.m$$

Entonces el momento es:

$$M = 3,258t.m \quad (8)$$

9.3.2. Área de cimentación

Donde FM es la reacción del suelo bajo una cimentación

$$FM = 1,3$$

$$A = \frac{FM \cdot P}{q_{adm}}$$

$$A = \frac{1,3 \cdot 31,02t}{15 \frac{t}{m^2}} = 2,69m^2$$

B y L representan el área de la cimentación

$$B = L = \sqrt{A} = 1,64m \approx 1,65m$$

9.3.3. Excentricidad

Longitud de comparación :

$$\frac{L}{6} = \frac{1,65}{6} = 0,275m$$

$$e = \frac{3,258t \cdot m}{31,02t} = 0,105m \quad (9)$$

$$0,105m < 0,275m$$

9.3.4. Revisión de esfuerzos

Cuando se va a implementar un diseño sísmico, la capacidad del suelo aumenta en un 33%

$$q_{adm} = 1,33(15t/m^2) = 19,95t/m^2 \quad (10)$$

Para lograr calcular el peso de la zapata se asumirá un espesor de 30cm debido a que la distancia máxima entre barras paralelas debe ser menor ó igual que 3 veces el espesor de la zapata pero no mayor que 30 cm. Para poder obtener el peso los esfuerzos debemos conocer el peso de la zapata. La densidad del hormigón es de $2.4t/m^3$

$$P_{zap} = 0,3m(1,65m)^2 \cdot 2,4t/m^3 = 1,96t \approx 2tn \quad (11)$$

Una vez obtenido el peso de la zapata se procede con el cálculo de los esfuerzos en donde (9) y (11) están presentes en (12)

$$q_{s1,2} = \frac{P}{A} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{L}\right) \quad (12)$$

$$q_{s1} = 16,76t/m^2 < 19,95t/m^2$$

$$q_{s2} = 7,50t/m^2 < 19,95t/m^2$$

9.3.5. Cargas últimas

En el siguiente cálculo se obtiene la carga última y el momento último

$$P_u = 1,2Q_x + 1,6Q_y + 0,5N$$

$$P_u = 1,2(25,74) + 1,6(4,86) + 0,5(0,42)$$

$$P_u = 38,57t \quad (13)$$

$$M_u = 1,2M_x + 1,6M_y + 0,5T$$

$$M_u = 1,2(-0,069) - 1,6(0,031) + 0,5(3,358)$$

$$M_u = 3,24t \cdot m \quad (14)$$

9.3.6. Esfuerzos últimos

Se procede a resolver la ecuación (15) con los datos obtenidos (13) y (14), para encontrar el esfuerzo último.

$$q_{su1,2} = \frac{P_u}{A} \left(1 \pm \frac{6He_u}{L} \right) \quad (15)$$

$$q_{su1,2} = \frac{38,57t}{1,65m \cdot 1,65m} \left(1 \pm \frac{6 \cdot (3,24t \cdot m / 38,57t)}{1,65m} \right)$$

$$q_{s1} = 18,49t/m^2 \quad q_{s2} = 9,83t/m^2$$

9.3.7. Corte unidireccional

Se considera una sección crítica para el corte que se ubica a una distancia d , desde la cara de la columna.

Condición para corte unidireccional, donde:

v_{cu} : Esfuerzo unidireccional que resiste el hormigón v_{uu}

: Esfuerzo unidireccional último

$$v_{cu} \geq v_{uu}$$

Fórmula para el esfuerzo unidireccional del hormigón:

$$v_{cu} = 0,53 \sqrt{f'c} = 7,68kg/cm^2$$

$$\frac{9,35}{2} = 0,55m$$

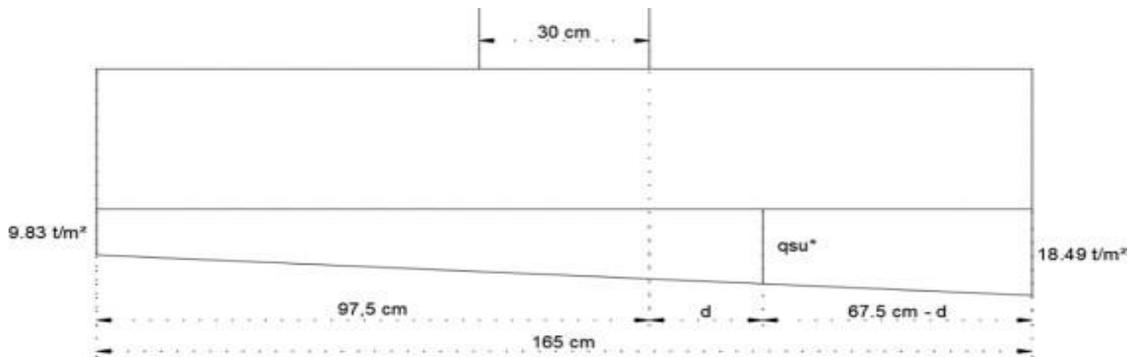
Donde:

V_{uu} : Fuerza resultante de los esfuerzos en la zona exterior a la sección crítica. A_u : Área crítica para corte unidireccional.

$$v_{uu} = \frac{V_{uu}}{\phi A_u} \phi = 0,75$$

En la siguiente imagen se puede observar el comportamiento de la zapata como elemento viga, con una sección crítica que se extiende en un plano a través del ancho total y está localizada a una distancia d de la cara de la columna, pedestal o muro.

Figura 14: Sección crítica para cortante unidireccional.



Fuente: Cáceres Gaibor (2018)

Semejanza de triángulos:

$$\frac{18,49-9,83}{1,65} = \frac{q_{su}}{0,975+d}$$

$$q_{su} = 14,95 + 5,25d$$

$$V_{uu} = \left(\frac{(14,95+5,25d)+18,49}{2} \right) (0,675 - d) (1,65) V_{uu}$$

$$= -4,33125(d - 0,675)(d + 6,36952)$$

Condición:

$$76 = \frac{-4,33125(d - 0,675)(d + 6,36952)}{0,75(1,65m \cdot d)}$$

$$d = 0,1547m$$

$$h = 0,1547 + 0,075 = 0,2297m$$

9.3.8. Corte bidireccional

Condición para cortante bidireccional donde:

v_{cb} : Esfuerzo bidireccional que resiste el hormigón v_{ub} :

Esfuerzo bidireccional último

$$v_{cb} \geq v_{ub}$$

Esfuerzo bidireccional del hormigón:

$$v_{cb} = 1,06 \sqrt{f_c} = 15,36 \text{ kg/cm}^2 \text{ Esfuerzo}$$

bidireccional último;

Donde:

V_{ub} : Fuerza resultante de los esfuerzos en la zona exterior a la sección crítica. A_b :

Área crítica para corte bidireccional.

$$v_{ub} = \frac{V_{ub}}{\phi A_b} \phi = 0,75$$

$$V_{ub} = -14,16d^2 - 8,496d + 37,2762$$

Condición:

$$153 \quad \frac{-14,16d^2 - 8,496d + 37,2762}{0,75(4)(0,3+d)(d)}$$

$$d = 0,165m$$

$$h = 0,165 + 0,075 = 0,24m$$

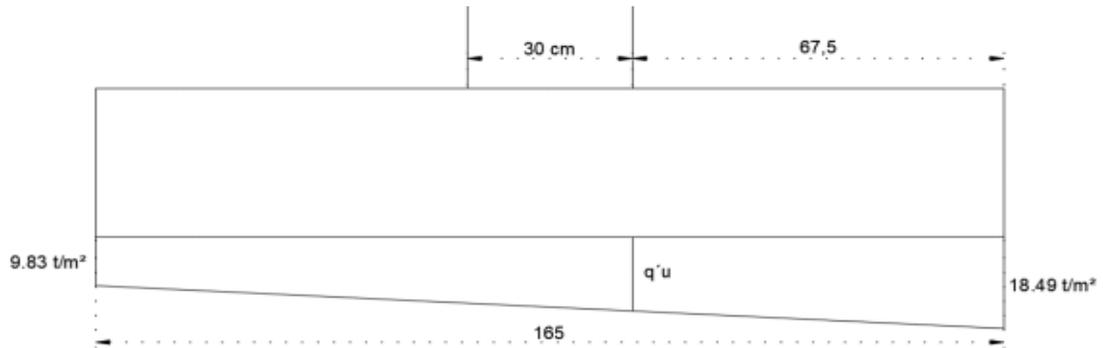
Con lo ya calculado se puede observar que el corte bidireccional es más crítico, por lo que la altura mínima de zapatas para estructuras con riesgos sísmico es de $h=30\text{cm}$. Por lo tanto:

$$d_{real} = 0,3m - 0,075m = 0,225m$$

9.3.9. Momento último

En la siguiente imagen se puede observar un diagrama que nos muestra las dimensiones de la viga para obtener el momento último de la misma.

Figura 15: Diagrama para cálculo de momento último.



Fuente: Cáceres Gaibor (2018)

Semejanza de triángulos:

$$\frac{18,49-9,83}{1,65} = \frac{q'u}{0,675}$$

$$q'u = 13,37 \text{ tn/m}^2$$

$$Mu = \frac{13,37(0,675)^2}{2} + \frac{(18,49-13,37)(0,675)}{2} \left(\frac{0,675}{3}\right)$$

Entonces el momento último es:

$$Mu = 3,435 \text{ t m}$$

9.3.10. Revisión de altura por flexión

$$\bar{d} = \frac{Mu}{\phi_b Ru b}$$

$$Ru = 39,72 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 9,80 \text{ cm}$$

$$0,225 \text{ m} > 0,098 \text{ m}$$

El d para flexión es menor que $d_{real} = 0,098 \text{ m}$, por lo tanto, la altura efectiva es la correcta

9.3.11. Acero de refuerzo

El principal objetivo del acero de refuerzo es mantener en su posición al acero longitudinal; y adicionalmente, evitar el pandeo de las barras longitudinales cuando actúan las grandes fuerzas de compresión inducidas por las excesivas y repentinas fuerzas, como las del sismo; al

intersectar las fuerzas cortantes inherentes a la flexión de la viga, minimizan el tamaño de las potenciales fisuras y grietas.

Acero mínimo, donde:

b: Ancho de la zapata

h: Altura o espesor de la zapata

Sección

$$A_{smin} = 0,0018 \cdot b \cdot h$$

$$A_{smin} = 0,0018 \cdot 100\text{cm} \cdot 30\text{cm} = 5,4\text{cm}^2$$

Acero requerido:

$$A_s = k \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{\phi k b d^2 f_y}} \right] \cdot b \cdot d$$

$$k = \frac{0,85 f_c' b d}{f_y}$$

$$k = \frac{0,85 \cdot 210\text{kg/cm}^2 \cdot 100\text{cm} \cdot 22,5\text{cm}}{4200\text{kg/cm}^2}$$

$$k = 96,625\text{cm}^2$$

$$A_s = 96,625\text{cm}^2 \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 3,435\text{tm} \cdot 100000}{0,9 \cdot 96,625\text{cm}^2 \cdot 22,5\text{cm} \cdot 4200\text{kg/cm}^2}} \right]$$

$$A_s = 4,13\text{cm}^2$$

$$4,13\text{cm}^2 < 5,4\text{cm}^2 \text{ Se usa acero mínimo}$$

Acero colocado:

$$A_s = 5 \Phi 12\text{mm} = 5,65\text{cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 1 \Phi 12\text{mm} @ 20\text{cm}$$

9.3.12. Longitud de desarrollo

En el siguiente cálculo obtendremos la longitud mínima de una barra para transferir su fuerza máxima de tracción hacia el hormigón.

ψ_e : 1.1 para (dn) mayor a 22mm. 1.0 para (dn) menor a 19mm

ψ_t : 1.0 en todas las otras situaciones.

dn: Diámetro de la barra.

f_y : Resistencia a la fluencia del acero.

λ : valdrá 0.7 para concreto liviano. 1.0 para concreto norma.

$$Ld = \frac{f_y A_s \sum V_e H^2}{1,4 f_c^3 d_n}$$

$$Ld = \frac{4200 \cdot 0,0981 \cdot 1,1 \cdot 1,1}{1,4 \cdot 210 \cdot 0,0981} \cdot 0,012 = 0,778m$$

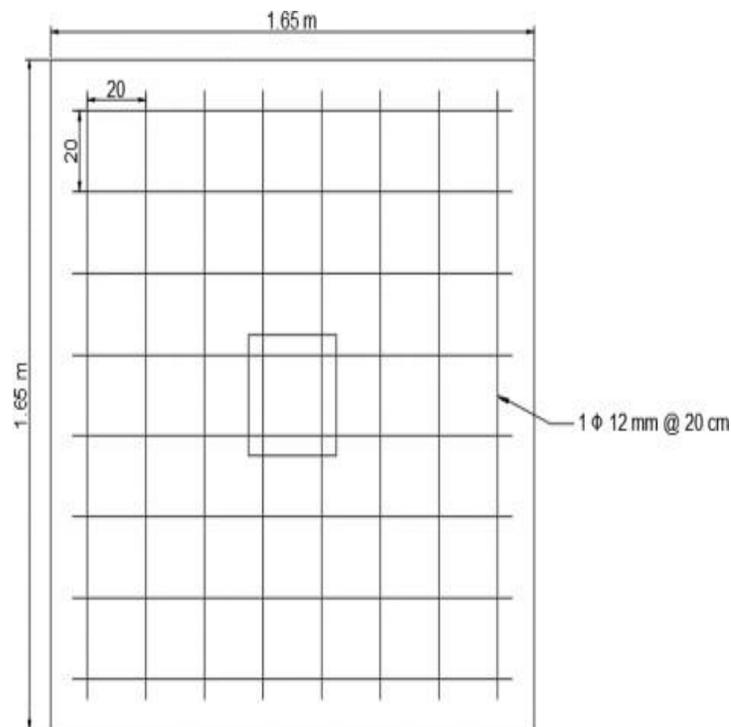
$$L_{hierro} = \frac{L-\text{recubrimiento}}{2}$$

$$L_{hierro} = \frac{1,65m - 0,15m}{2} = 0,75m$$

$0,778m > 0,75m$ Se necesita pata en los hierros

La razón por la que se requiere colocar pata en el hierro es para desarrollar esfuerzo de tracción.

Figura 16: Armadura de refuerzo en zapata.



Fuente: Cáceres Gaibor (2018)

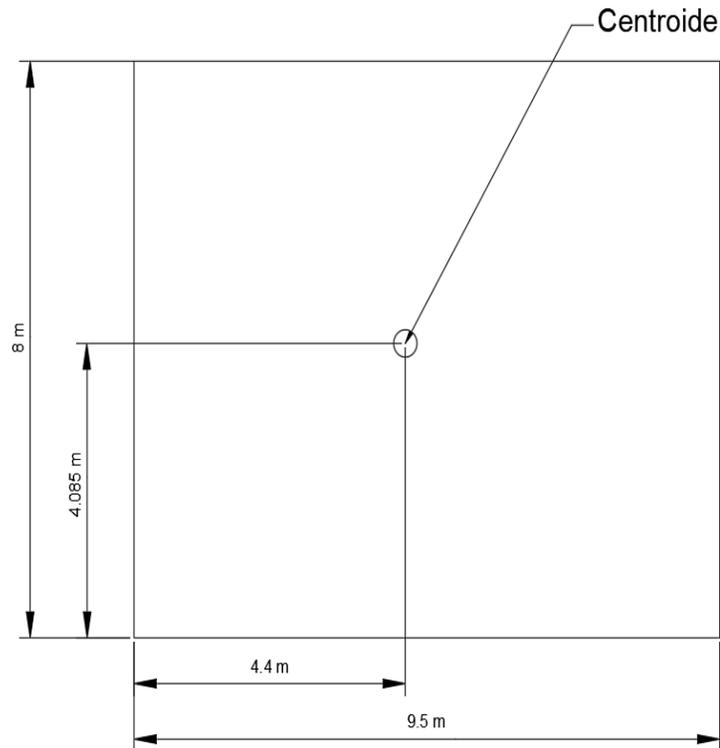
10. Cimentación para viviendas en Steel Framing

Para el análisis se escogió realizar una losa de cimentación, debido a que este mismo es el más utilizado en estructuras Steel Framing, ya que su construcción es sencilla y brinda apoyo

continuo a los paneles, por lo que ofrece gran estabilidad a toda la estructura. Los datos se obtuvieron del programa estructural tal como las coordenadas del centroide.

Las dimensiones serán de 8m x 9.5m, para obtener la excentricidad y esfuerzos sobre el suelo se obtuvo el centroide de toda la estructura como se muestra a continuación:

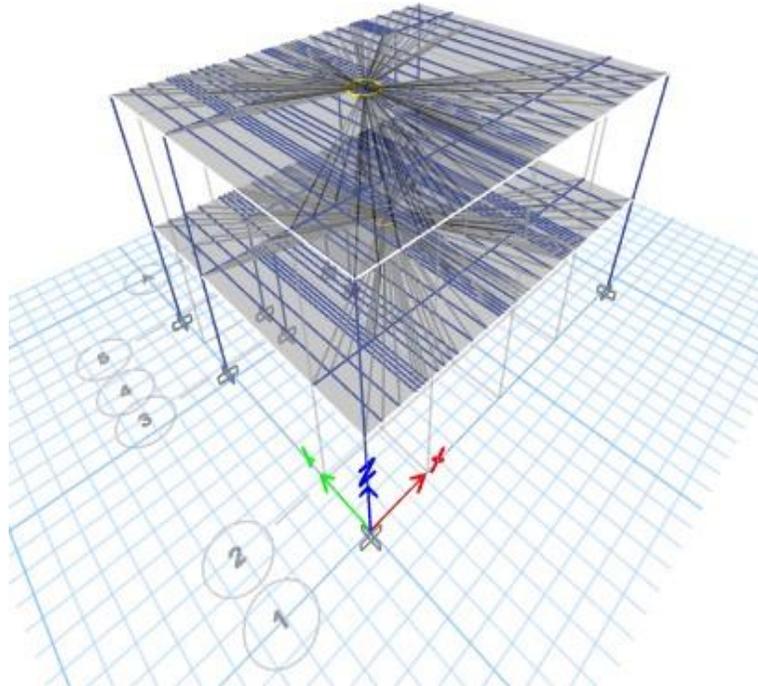
Figura 17: Centroide de la vivienda representado en dos dimensiones



Fuente: Autor

En la siguiente imagen podemos observar la ubicación del centroide de nuestra vivienda el cual lo usaremos para futuros cálculos. La imagen en tres dimensiones nos ayuda a tener una mejor percepción del centroide

Figura 18: Centroide de la vivienda representado en tres dimensiones



Fuente: Autor

10.1. Excentricidad

$$\begin{aligned} e_x &= 4,4m - \frac{9,35}{2} = -0,275m \\ e_y &= 4,085m - \frac{7,7}{2} = 0,235m \end{aligned}$$

10.2. Revisión de esfuerzos

Se asumirá un espesor de 15cm para obtener el peso de la losa:

$$P_{losa} = 0,15m (8m) (9,5m) (2,4t/m^3) = 27,36t$$

La razón por la cual se toma como carga puntual es porque se la considera como una carga permanente generada por el peso propio de la estructura de la edificación, más la carga generadas por el peso propio de los elementos adheridos a la estructura (ej.: muros, techos, etc.). Por lo tanto, con ayuda del grupo de investigación de Tugalt se tomó como una carga puntual para observar su comportamiento ante este nuevo sistema que es el Steel Framing,

el documento científico que nos hemos basado para realizar este cálculo se encuentra en ConsulSteel como "Manual de Procedimiento: CONSTRUCCIÓN CON ACERO LIVIANO"

$$P = 102,69t + 27,36t = 130,05t$$

$$q_s = \frac{P}{A} + \frac{M_{yy} \cdot X}{I_{yy}} + \frac{M_{xx} \cdot Y}{I_{xx}}$$

$$M_{xx} = P \cdot e_y = 130,05t(0,235m) = 30,56t \cdot m$$

$$M_{yy} = P \cdot e_x = 130,05t(-0,275m) = -35,76t \cdot m$$

$$q_s = \frac{130,05t}{(8m)(9,5m)} + \frac{-35,76t \cdot m \cdot X}{\frac{8 \cdot 9,5^3}{12} \cdot \frac{m^4}{4}} + \frac{30,56t \cdot m \cdot Y}{\frac{9,5 \cdot 8^3}{12} \cdot \frac{m^4}{4}}$$

$$q_s = 1,711 - 0,062 \cdot X + 0,075 \cdot Y$$

La NEC-SE-CG "Guía práctica de diseño de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015", expresa que el método de análisis para saber si los esfuerzos admisibles del suelo son mayores a los esfuerzos resultantes de los cálculos y diseño para mampostería estructural, será como se muestra a continuación, las cargas consideradas se consideran que actúan con las combinaciones, que se encuentran en la Norma ASCE7- 10, que forma parte y es referencia para la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Coordenadas de los extremos de la losa

Propiedades del material:

$$f^c : 210kg/cm^2$$

$$q_{adm}: 15t/m^2$$

X(m)	Y(m)
-4.75	4
4.75	4
-4.75	-4
4.75	-4

$$q_{s1} = 2,30t/m^2$$

$$q_{s2} = 1,71t/m^2$$

$$q_{s3} = 1,70t/m^2$$

$$q_{s4} = 1,11t/m^2$$

$$q_{s1,2,3,4} < q_{adm}$$

Por lo tanto, los esfuerzos admisibles del suelo son mayores a los esfuerzos resultantes de los cálculos soportando los mismos.

10.3. Cargas últimas

El software estructural arrojó los siguientes datos del montante más cargado en donde P_{cv} y P_{cm} son las cargas más elevadas que se encuentran en el análisis de los montantes con ayuda del software estructural.

$$Q_x = 54,60t \quad (16)$$

$$Q_y = 54,59t \quad (17)$$

Con las cargas obtenidas se procede a sumar (16) y (17) para obtener una carga total como se puede observar en (18)

$$P_u = 1,2Q_x + 1,6Q_y \quad (18)$$

$$P_u = 1,2(54,59t + 27,36t) + 1,6(54,60t)$$

$$P_u = 185,7t$$

10.4. Esfuerzos últimos

Para obtener los esfuerzos últimos utilizaremos las coordenadas del centroide de nuestra vivienda y la carga total (18)

$$q_{su} = \frac{P_u}{A} + \frac{M_{uyy}(X)}{I_{yy}} + \frac{M_{uux}(Y)}{I_{xx}}$$

$$M_{uux} = P_u \cdot e_y = 185,7t(0,235m) = 43,63t \cdot m$$

$$M_{uyy} = P_u \cdot e_x = 185,7t(-0,275m) = -51,06t \cdot m$$

$$q_{su} = \frac{185,7t}{(8m)(9,5m)} + \frac{-51,06t \cdot m \cdot X}{\frac{(8m)(9,5m)^2}{12} \cdot m} + \frac{43,63t \cdot m \cdot Y}{\frac{(9,5m)(8m)^2}{12} \cdot m}$$

$$q_{su} = 2,44 - 0,0893 \cdot X + 0,1076 \cdot Y$$

X(m)	Y(m)
-4.75	4
4.75	4
-4.75	-4
4.75	-4

$$q_{su1} = 3,29t/m^2$$

$$q_{su2} = 2,44t/m^2$$

$$q_{su3} = 2,43t/m^2$$

$$q_{su4} = 1,58t/m^2$$

10.5. Cálculo de altura efectiva

Considerando la losa como una viga ancha con distancia de 1m, donde: FR:

Factor de reducción de resistencia

VCR: Fuerza cortante resistente.

ρ : Cuantía de acero de refuerzo

$$V_{CR} = F_R \cdot \frac{b}{4200} \cdot d \cdot (0,2 + 20\rho) \cdot \sqrt{f_c}$$

$$\rho = \frac{0,7 \cdot \sqrt{f_c}}{4200} = \frac{0,7 \cdot \sqrt{210}}{4200} = 0,00242$$

$$F_R = 0,8$$

$$102,69 = 0,8(100)(d)(0,2 + 20(0,00242))(\sqrt{210})$$

$$d = 9,15cm$$

El espesor que se recomienda según la NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 2, construidas en Steel Framing es : d=15cm

10.6. Momento último

$$W_u = 3,29t/m^2(1,51m)$$

I : Se considerará como 1m la luz de la viga

$$M_u = \frac{W_u \cdot I^2}{8}$$

$$M_u = \frac{3,29t/m^2(1,51m)(1m)^2}{8}$$

$$M_u = 0,62t \cdot m$$

10.7. Acero de refuerzo

Acero mínimo:

$$A_{smin} = 0,0018(b)(h)$$

$$A_{smin} = 0,0018(100cm)(15cm)$$

$$A_{smin} = 2,7cm^2$$

Acero requerido:

$$A_s = k \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi k d^2 f_y}} \right]$$

$$k = \frac{0,85 f_c' c b d}{f_y}$$

$$k = \frac{0,85 \cdot 210 kg/m^2 \cdot 100 cm \cdot 11 cm}{4200 kg/cm^2}$$

$$k = 46,75 cm^2$$

$$A_s = 46,75 cm^2 \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,62 m \cdot 100000}{0,9 \cdot 46,75 cm^2 \cdot 11 cm \cdot 4200 kg/cm^2}} \right]$$

$$A_s = 1,51 cm^2$$

$$1,51 cm^2 < 2,7 cm^2 \text{ Se usa acero mínimo}$$

Acero colocado longitudinal y transversal:

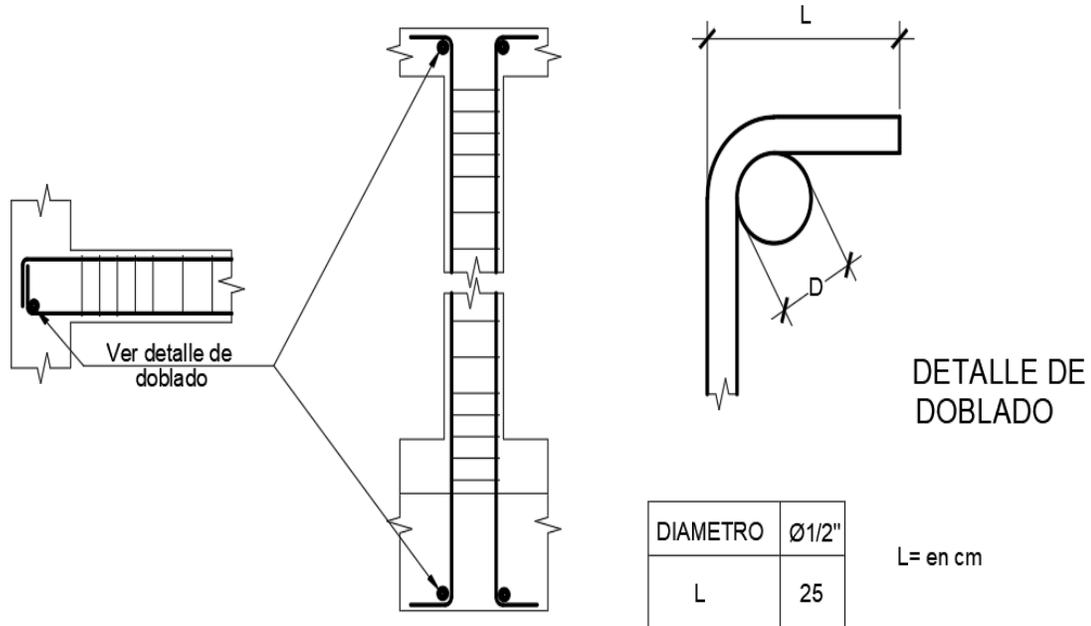
$$A_s = 4 \Phi 10 mm = 3,14 cm^2/m$$

$$1 \Phi 10 mm @ 25 cm$$

El refuerzo longitudinal tiene como función principal tomar las compresiones y tracciones que el concreto no puede resistir; y adicionalmente permitir a la viga flexionarse sin que se triture el concreto y además pueda disipar, (Carpio Toral, 2014) de manera controlada, la energía que el terremoto introduce en la estructura. (Cervantes, 2017)

El acero de refuerzo transversal es mantener en su posición al acero longitudinal; y adicionalmente, (Guerra A., 2013) evitar el pandeo de las barras longitudinales cuando actúan las grandes fuerzas de compresión inducidas por las excesivas y repentinas fuerzas, como las del sismo; al intersectar las fuerzas cortantes inherentes a la flexión de la viga, minimizan el tamaño de las potenciales fisuras y grietas. (Lucero Castro, 2019)

Figura 19: Acero de refuerzo en vigas.



Fuente: Gavidia González (2015)

11. Análisis Económico

11.1. Generalidades

Los costos de los componentes, tales como; mano de obra, equipos, materiales y transporte, se han obtenido de la Cámara de la Industria de la construcción(CAMICON).

11.2. Análisis económico de la estructura y mano de obra en Hormigón Armado

11.2.1. Presupuesto referencial

En la tabla 2 se puede observar todos los costos de cada rubro con su respectivo valor unitario y valor total

Scalebo	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Cimentación			Subtotal	2,759.98
1.1	Excavación a máquina, 0<H<2m	m ³	44.92	3.66	164.41
1.2	Replanteo de hormigón simple 140kg/cm ² e=5cm	m ³	1.49	88.93	133.16
1.3	Hormigón simple en plintos f'c=210kg/cm ²	m ³	8.98	105.54	947.74
1.4	Acero de refuerzo de cimentación fy=4,200 kg/cm ²	kg	793.025	1.91	1514.67
2	Estructura			Subtotal	14,454.43
2.1	Hormigón simple en columnas f'c=210 kg/cm ²	m ³	6.345	114.11	724.02
2.2	Hormigón simple en vigas f'c=210 kg/cm ²	m ³	19.607	122.57	2403.22
2.3	Acero de refuerzo en vigas fy=4,200 kg/cm ²	kg	620.773	3.49	2166.49
2.4	Hormigón simple en losas f'c=210 kg/cm ²	m ³	32.256	191.50	6177.024
2.5	Bloque de alivianamiento 15*40*40 cm	u	656	3.20	2,099.2
2.6	Malla electrosoldada 5mm 10x10cm	plh	16	55.28	884.48
3	Mano de obra			Subtotal	1,657.96
3.1	Albañil	mes	1	415.75	415.75
3.2	Obrero de prefabricados de Hormigón	mes	1	415.75	415.75
3.3	Mamposero	mes	1	415.75	415.75
3.4	Ayudante de albañil	mes	1	410.70	410.70
				Total	18,872.37

Tabla 5: Presupuesto referencial en hormigón armado

11.2.2. Costo por metro cuadrado de construcción en hormigón armado

$$\frac{18,872.37\$}{152} = 123,86\$/m^2$$

Comparando el costo de metro cuadrado actual tenemos que: 395 dólares acabados básicos, 590 dólares acabados media gama, 800 dólares acabados alta gama, casas con estructuras metálicas desde 430 dólares el metro cuadrado. Hay que considerar que nuestro costo por metro cuadrado 123.86 dólares no incluye acabados.

11.2.3. Cantidades de obra en hormigón armado

En la tabla 3 se puede observar el volumen de la excavación en metros cúbicos

Volumen de excavación				
N°plintos	e(m)	b(m)	L(m)	Vol.(m ³)
11	1.5	1.65	1.65	44.92

Tabla 6: Volumen de excavación

En la tabla 4 se puede observar el volumen de hormigón de replanteo que se obtiene con el número de plintos.

Volumen de hormigón de replantillo				
N°plintos	e(m)	b(m)	L(m)	Vol.(m ³)
11	0.05	1.65	1.65	1.49

Tabla 7: Volumen de hormigón de replantillo

En la tabla 5 se puede apreciar el volumen en metros cúbicos del volumen de hormigón en plintos.

Volumen de hormigón en plintos				
N°plintos	e(m)	b(m)	L(m)	Vol.(m ³)
11	0.3	1.65	1.65	8.98

Tabla 8: Volumen de hormigón en plintos

En la tabla 6 podemos observar la cantidad de acero de refuerzo en la cimentación. obteniendo el peso total de la cimentación que es 793.025kg.

Acero de refuerzo de cimentación										
MC	F (mm)	Tipo	N°	Dimensiones(m)				Long.Corte(m)	Long.Total(m)	Peso (kg)
				a	b	c	g			
100	12	C	175	1.5			0.1	1.6	280	248.64
101	12	I	72	4.4			0.1	4.5	324	287.712
102	10	O	800	0.16	0.26		0.1	0.52	416	256.673
										793.025

Tabla 9: Acero de refuerzo de cimentación

En la tabla 7 se obtiene el volumen en metros cúbicos de hormigón en columnas.

Volumen de hormigón en columnas				
N° Columnas	L(m)	h(m)	b(m)	Vol.(m ³)
22	2.5	0.3	0.3	4.95
11	1	0.3	0.3	0.99
				5.94

Tabla 10: Volumen de hormigón en columnas

En la tabla 8 obtenemos el volumen de hormigón en viga que nos da un total de 19,606 metros cúbicos.

Volumen de hormigón en viga				
N° Vigas	L(m)	h(m)	b(m)	Vol.(m ³)
16	7.86	0.25	0.4	12.57
6	5.29	0.25	0.4	3.174
3	4.18	0.25	0.4	1.254
3	8.71	0.25	0.4	2.613
				19.607

Tabla 11: Volumen de hormigón en vigas

En la tabla 9 se puede observar la medida del acero de refuerzo que se utilizara en vigas, de esta forma obtendremos el peso total, el cual nos dio como resultado 620,7736 kg.

Acero de refuerzo en vigas										
MC	F (mm)	Tipo	N°	Dimensiones(m)				Long. Corte(m)	Long. Total(m)	Peso(kg)
				a	b	c	g			
201	14	I	2	4.2				4.2	8.4	10.1472
202	16	I	2	4.2				4.2	8.4	13.2552
203	14	I	2	4.9				4.9	9.8	11.8384
204	16	I	2	4.9				4.9	9.8	15.4644
205	14	I	2	4				4	8	9.664
206	16	I	2	4				4	8	12.624
207	14	I	2	5.2				5.2	10.4	12.5632
208	16	I	2	5.2				5.2	10.4	16.4112
209	14	I	2	3.3				3.3	6.6	7.9728
210	16	I	2	3.3				3.3	6.6	10.4148
211	14	I	2	3.8				3.8	7.6	9.1808
212	16	I	2	3.8				3.8	7.6	11.9928
213	14	I	2	4.1				4.1	8.2	9.9056
214	16	I	2	4.1				4.1	8.2	12.9396
215	10	L	30	0.8	0.2			1	30	18.51
216	14	L	30	0.8	0.2			1	30	36.24
217	10	O	1000	0.32	0.21		0.1	0.63	630	388.71
										620.7736

Tabla 12: Acero de refuerzo en vigas

En la tabla 10 se observa el volumen total de losa maciza y el volumen de losa aligerada que nos da como resultado 32.256 metros cúbicos.

Volumen de losa maciza		
área (m ²)	e(m)	Vol.(m ³)
76	0.2	15.2
Volumen de losa aligerada		
área (m ²)	vol./m ²	Vol.(m ³)
164	0.104	17.056
		32.256

Tabla 13: Volumen de H.S. en losas

En la tabla 11 se observa la cantidad de bloques que se emplearan en la vivienda, dándonos un total de 656 bloques.

Cantidad de bloques		
área (m ²)	bloques/m ²	Nºbloques
164	6	984

Tabla 14: Cantidad de bloques

En la tabla 12 se obtuvo el número total de planchas de malla electrosoldada, dándonos un total de 16 planchas.

Nº de planchas de malla electrosoldada		
Área total(m)	Área de una plh(2.4m x 6.25m)	Nºplh
240	15	16

Tabla 15: N° de planchas de malla electrosoldada

11.3. Tiempo estimado de construcción en hormigón armado

11.3.1. Duración de las distintas actividades

La duración de las distintas actividades se procederá a realizar en función de los rendimientos determinados en el análisis de costos unitarios de cada rubro los mismos que se encuentran en el anexo 1.

$$\text{Duración} = \text{rendimiento} \times \text{cantidad de obra}$$

11.3.2. Tiempo constructivo de cada rubro

Scalebo	Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento	Duración(Días)
1	Cimentación	u			4.82
1.1	Excavación a máquina, $0 < H < 2m$	m ³	38.95	0.0250	0.97
1.2	Replanteo de hormigón simple $140kg/cm^2$ e=5cm	m ³	1.225	0.0250	0.03
1.3	Hormigón simple en plintos $f'c=210kg/cm^2$	m ³	7.350	0.3200	2.35
1.4	Acero de refuerzo $f_y=4,200 kg/cm^2$	kg	793.025	0.0020	1.47
2	Estructura				21.70
2.1	Hormigón simple en columnas $f'c=210 kg/cm^2$	m ³	6.345	0.3200	2.03
2.2	Hormigón simple en vigas $f'c=210 kg/cm^2$	m ³	19.607	0.3200	6.27
2.3	Acero de refuerzo $f_y=4,200 kg/cm^2$	kg	620.773	0.0020	1.24
2.4	Hormigón simple en losas $f'c=210 kg/cm^2$	m ³	32.256	0.3200	10.32
2.5	Bloque de alivianamiento $15*40*40 cm$	u	656	0.0025	1.64
2.6	Malla electrosoldada $5mm 10x10cm$	plh	16	0.0120	0.192
					26.52 días

Tabla 16: Duración constructiva por rubro

Se puede observar en la tabla 13 que el tiempo es de 26.52 días de construcción, sin embargo, el coeficiente de rendimiento utilizado no considera el tiempo en el que se debe esperar para poder desencofrar vigas y losas de H.A. el tiempo estimado para el mismo suele ser de 6 a 7 días por cada piso, por lo tanto, se debería sumar 14 días al valor obtenido anteriormente para poder obtener un valor aproximado. En total nos daría 40.52 días o que sería igual un mes y once días.

11.4. Análisis económico de la estructura en Steel Framing

11.4.1. Presupuesto referencial

En la tabla 14 se puede observar un presupuesto referencial del Steel Framing en donde se ve el costo de cimentación, estructura y mano de obra con cada uno de sus rubros.

Scalebo	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Cimentación			Subtotal	3,490.29
1.1	Excavación a máquina, 0<H<2m	m ³	11.4	3.66	40.26
1.2	Tendido, conformación y compactación	m ³	76	15.28	1161.28
1.3	Replanto de H.S. 140 kg/cm ² , e=5cm	m ³	3.8	90.08	342.30
1.4	Hormigón simple en losa f'c=210 kg/cm ²	m ³	11.4	106.68	1216.15
1.5	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm ²	plh	5.06	144.33	730.30
2	Estructura			Subtotal	11,036.77
2.1	Anclaje HTT (Accesorios SF)	u	14	20.38	285.32
2.2	Acero conformado en frío	kg	2013.51	1.84	3704.85
2.3	Cartela 200x200x1.50 (Accesorios SF)	u	124	3.28	406.72
2.5	Barrera de vapor de 75m (1.22 m de ancho)	m	1.5	73.50	110.25
2.6	Perno de anclaje para HTT (varilla roscada)	m	16.2	2.66	43.09
2.7	Fleje rigidizador (para cruz de San Andrés)	m	348	0.37	128.76
2.8	Ángulo de soporte 75x75x140x1.50 (Accesorios SF)	u	14	2.50	35
2.9	Panel de gypsum light rey 1.22 X 2.44 X 12.7mm	u	108	7.21	783.29
2.10	Placa eterboard 2440x1220x20mm	u	51	65.33	3,331.83
2.11	Placa eterboard 2440x1220x10mm	u	58	25.74	1,492.92
2.12	Tornillo PH 8125 con aleta	u	3911	0.04	156.44
2.13	Lana de vidrio sin papel 15240 x 1219x63.5mm frescas	u	9	43.01	387.09
2.14	Tornillo zinc. autoroscante 10x3/4"	u	4762	0.03	142.88
2.15	Tornillo 1 – 1/8 BH para gypsum	u	3911	0.007	27.33
3	Mano de obra			Subtotal	3,344.83
3.1	Peon de construcción	kg	2787.36	1.20	3,344.83
				Total	17,871.89

Tabla 17: Presupuesto referencial de S.F.

11.4.2. Costo por metro cuadrado de construcción en Steel Framing

$$\frac{17,871.89\$}{152m^2} = 117,57\$/m^2$$

El municipio aun establece un precio por metro cuadro de construcción en el sistema Steel Framing por lo tanto compararemos nuestro costo por metro cuadro con el costo de metro cuadrado de una casa tradicional. Para ser equitativo se tomará nuestro valor ya antes calculado que es de 123.86 dólares por metro cuadrado. Se puede observar que el costo de metro cuadrado de Steel Framing es un tanto acercado con respecto a una casa tradicional, hay que tener en cuenta que en el Steel Framing se está incluyendo materiales como la lana de vidrio, barreras de vapor, entre otros que se describen en la tabla 14. No se considera acabados.

11.4.3. Cantidades de obra en el Steel Framing

En la tabla 15 se puede observar el volumen de excavación, con un total de 11.4 metros cúbicos.

Volumen de excavación			
e(m)	b(m)	L(m)	Vol.(m ³)
0.15	8	9.5	11.4

Tabla 18: Volumen de excavación

En la tabla 16 obtenemos el área de tendido, conformación y compactación, dándonos un total de 76 metros cuadrados.

Área de tendido, conformación y compactación		
b(m)	L(m)	Área(m ²)
8	9.5	76

Tabla 19: Area de tendido, conformación y compactación

En la tabla 17 se calcula el volumen de hormigón de replantillo, dándonos un total de 3.8 metros cúbicos.

Volumen de hormigón de replantillo			
e(m)	b(m)	L(m)	Vol. (m ³)
0.05	8	9.5	3.8

Tabla 20: Volumen de hormigón de replantillo

En la tabla 18 obtenemos el volumen de hormigón de losa dándonos un total de 11.4 metros cúbicos.

Volumen de hormigón de losa			
e(m)	b(m)	L(m)	Vol.(m ³)
0.15	8	9.5	11.4

Tabla 21: Volumen de hormigón de losa

En la tabla 19 se obtiene el número total de planchas de malla electrosoldada, se obtuvieron 5 planchas.

N°de planchas de malla electrosoldada		
Área total (m)	Área de una plh(2.4m x 6.25m)	N°plh
76	15	5.06

Tabla 22: N°de planchas de malla electrosoldada

11.4.4. Modulaci3n y cuantificaci3n de materiales

Modulaci3n de paneles: 407 mil3metros

Modulaci3n de cubiertas: 407 mil3metros

Perfiles a emplear:

Descripci3n de perfiles					
Designaci3n de perfil	Dimensiones(mm)				Peso (kg/m)
	alma	ala	labio	espesor nominal	
PGC102x41x13(Studs de pared)	102	41	13	0.93	1.40
PGU102x38(Tracks de pared)	102	38	-	0.93	1.22
PGC203x41x13(Stud de entrepiso)	203	41	13	1.50	4.22
PGU203x38(Tracks de entrepiso)	203	38	-	1.50	3.97
PGC203x41x13(Studs de cubierta)	203	41	13	1.50	4.22
PGU203x38(Tracks de cubierta)	203	38	-	1.50	3.97

Tabla 23: Cantidad de perfiles

En la tabla 20 Se puede observar los tipos de acero de refuerzo de cimentaci3n que se empleara en nuestro prototipo.

11.4.5. Cuantificaci3n aproximada

A partir de las medidas obtenidas del modelo en el software estructural tenemos lo siguiente:

Datos	Magnitud	Unidad
Ancho de edificación	9.5	m
Largo de edificación	8	m
Altura de pared	2.44	m
Ancho de cubierta	9.5	m
Base de la cubierta	8	m
Largo de la cubierta	8	m
área de planta baja	76	m^2
área de planta alta	76	m^2
Área de cubierta	76	m^2
Metros lineales de pared exterior PB	35	m
Metros lineales de pared exterior PA	35	m
Metros lineales de pared interior PB	5.5	m
Metros lineales de pared interior PA	10	m
Total de metros lineales de pared exterior	70	m
Total de metros lineales de pared interior	15.5	m

Tabla 24: Datos de edificación

11.4.6. Cálculo aproximado de studs

Donde m son metros lineales Paneles

- exteriores planta baja

$$\text{Cantidad de perfiles} = \frac{35m}{0,40m} = 87,5 \text{ perfiles}$$

$$\text{Studs panles exteriores PB} = \frac{35m(2,44m)(1,3)}{0,40m} = 205m$$

- Paneles exteriores planta alta

$$\text{Cantidad de perfiles} = \frac{35m}{0,40m} = 87,5 \text{ perfiles}$$

$$\text{Studs panles exteriores PA} = \frac{35m(2,44m)(1,3)}{0,40m} = 205m$$

- Paneles interiores planta baja

$$\text{Cantidad de perfiles} = \frac{5,5m}{0,40m} = 13 \text{ perfiles}$$

$$\text{Studs panles interiores PB} = \frac{5,5m(2,44m)(1,3)}{0,40m} = 43,61m$$

- Paneles interiores planta alta

$$\text{Cantidad de perfiles} = \frac{10m}{0,40m} = 25 \text{ perfiles}$$

$$\text{Studs paneles exteriores PA} = \frac{10m(2,44m)(1,3)}{0,40m} = 31,72m$$

- Entrepiso

$$\text{studs de entrepiso} = \frac{76m^2(1,3)}{0,4m} = 247m$$

11.4.7. Cálculo aproximado de tracks

- Paneles exteriores planta baja

$$\text{Tracks paneles exteriores PB} = 35m \times 2 \times 1.3$$

$$\text{Tracks paneles exteriores PB} = 91m$$

- Paneles exteriores planta alta

$$\text{Tracks paneles exteriores PA} = 35m \times 2 \times 1.3$$

$$\text{Tracks paneles exteriores PA} = 91m$$

- Paneles interiores planta baja

$$\text{Tracks paneles interiores PB} = 5.5m \times 2 \times 1.3$$

$$\text{Tracks paneles interiores PB} = 14.3m$$

- Paneles interiores planta alta

$$\text{Tracks paneles interiores PA} = 10m \times 2 \times 1.3$$

$$\text{Tracks paneles interiores PA} = 26m$$

- Entrepiso

$$\text{Tracks entrepiso} = 9.5m \times 2$$

$$\text{Tracks entrepiso} = 19m$$

En la tabla 22 se puede observar el total del peso del acero en la planta baja, dándonos como resultado 499.59 kg.

Cuantificación aproximada-Planta Baja				
Elemento	Perfil	Peso lineal(kg/m)	Longitud total(m)	Peso(kg)
Paneles de pared	PGC102x41x13	1.40	205	287
	PGU102x38	1.22	91	111.02
Peso total (kg)				398.02

Tabla 25: Cuantificación aproximada de Planta baja

En la tabla 23 se puede observar el total del peso del acero en la planta alta.

Cuantificación aproximada-Planta Alta				
Elemento	Perfil	Peso lineal(kg/m)	Longitud total(m)	Peso(kg)
Paneles de pared	PGC102x41x13	1.40	280	392
	PGU102x38	1.22	131	159.82
Entrepiso	PGC203x41x13	4.22	247	1042.34
	PGU203x38	3.97	19	75.43
Peso total (kg)				1669.59

Tabla 26: Cuantificación aproximada de Planta alta

En la tabla 24 se puede observar el total del peso del acero de culata en la planta alta, dándonos como resultado 733.13 kg.

Cuantificación aproximada-Planta Alta				
Elemento	Perfil	Peso lineal(kg/m)	Longitud total(m)	Peso(kg)
Cubierta	PGC203x41x13	4.22	247	1042.34
Cubierta	PGU203x38	3.97	19	75.43
Peso total (kg)				1117.77

Tabla 27: Cuantificación aproximada- Cubierta

En tabla 25 se puede observar el total del peso de la estructura, el área de edificación y la cuantía.

Peso total estructura(kg)	2787.36
Área de edificación (m^2)	76
Cuantía(kg/m^2)	36.67

Tabla 28: Cuantía de acero

En la tabla 26 se puede observar la cantidad de placas eterboard(2440x1220x10mm), que nos da un total de 29 unidades.

Unidades de placa eterboard (2440x1220x10mm)		
Área total(m^2)	Área de una placa(2440x1220)	u
170	2.97	57.48

Tabla 29: Unidades de placas eterboard

En la tabla 27 se obtiene la cantidad de placas eterboard(2440x1220x20mm), que nos da un total de 77 unidades

Unidades de placa eterboard (2440x1220x20mm)		
Área total(m^2)	Área de una placa(2440x1220)	u
152	2.97	51.16

Tabla 30: Unidades de placas eterboard

11.5. Tiempo estimado de construcción en Steel Framing

11.5.1. Tiempo estimado de construcción de cada rubro

En la tabla 28 se puede apreciar los tiempos de proceso de cada uno de los rubros tanto en cimentación como en estructura.

Scalebo	Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento	Duración (días)
1	Cimentación				4.89
1.1	Excavación a máquina, 0<H<2m	m ³	38	0.025	0.95
1.2	Tendido, conformación y compactación	m ³	76	0.0025	0.19
1.3	Replanteo de H.S. 140 kg/cm ² , e=5cm	m ³	3.8	0.025	0.095
1.4	Hormigón simple en losa f'c=210 kg/cm ²	m ³	11.4	0.32	3.648
1.5	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm ²	plh	5.06	0.002	0.01
2	Estructura				15
2.1	Anclaje HTT (Accesorios SF)	u	20	0.025	0.5
2.2	Acero conformado en frío	kg	4162.11	0.002	8.32
2.3	Revestimiento interno	m ²	153	0.025	3.82
2.4	Revestimiento externo	m ²	91.7	0.025	2.29
Días					20

Tabla 31: Tiempo constructivo con Steel Framing

Como se puede observar que se obtuvo un aproximado de 20 días para la construcción de la estructura en Steel Framing únicamente en obra blanca, una característica muy importante en este sistema es que no existe tiempos para el encofrado, en el secado y en el desencofrado. Por lo tanto, reduce el tiempo de construcción de nuestro domicilio, incluyendo que se pueden realizar varias actividades aumentando el proceso de armado del domicilio. No se considera acabados

11.6. Maquinaria requerida para la construcción en hormigón armado

Maquinaria	Descripción
Generador eléctrico	Un generador es una máquina eléctrica rotativa que transforma energía mecánica en energía eléctrica. Esto en caso de que la obra este aislada de la ciudad o de una fuente de energía. (Peurifoy, 1971)
Hormigonera o mezcladora	Cumplen la función demover continuamente morteros y hormigones para una correcta mezcla. (Peurifoy, 1971)
Placa compactadora o apisonadora	Sirven principalmente para compactar materiales y también ayudan a alisar superficies. (Guerra A., 2013)(Peurifoy, 1971)
Vibrador para hormigón	Se utiliza para compactar el hormigón. Consiste en un aguja de acero que se sumerge desde la superficie, en la mezcla vertida de hormigón. (Lucero Castro, 2019)
Montacarga	Permiten subir, bajar y transportar cargas de materiales en pallets u otros tipos de contenedores. (ConsulSteel, 2015)
Retroexcavadora	Consiste en un brazo articulado para realizar tareas de excavación. (Peurifoy, 1971)
Volqueta	Consiste en un vehículo para el transporte de materiales que de forma hidráulica, permite una rápida descarga. (Peurifoy, 1971)

Tabla 32: Maquinaria empleada en hormigón armado

11.7. Maquinaria requerida para la construcción en Steel Framing

En el análisis de maquinaria que se utiliza para la construcción de una casa en Steel framing no es mayor si no que al tener un volumen menor no se requiere demasiada maquinaria pesada para transporte de material u otros.

Maquinaria	Descripción
Generador eléctrico	Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrica entre dos de sus puntos transformando la energía mecánica en eléctrica. Esto en caso de que la obra este aislada de la ciudad o de una fuente de energía. (Peurifoy, 1971)
Placa compactadora o apisonadora	Una apisonadora, aplanadora o compactadora estática es una máquina pesada que producen la densificación del suelo fundamentalmente por su peso propio. (Guerra A., 2013)(Peurifoy, 1971)
Retroexcavadora	Consiste en un brazo articulado para realizar tareas de excavación. Esta maquinaria se utilizará exclusivamente para los cimientos. (Peurifoy, 1971)
Tijera eléctrica	Empleada para el corte de láminas metálicas y perfiles de acero galvanizado. (Peurifoy, 1971)
Sierra tronzadora	Se utiliza para el cortado de perfiles que conforman un panel. (Peurifoy, 1971)
Amoladora de mano	Se utiliza para cortes pequeños o corregir dimensiones excedentes de perfiles ya montados o de paneles. (Peurifoy, 1971)
Sierra circular	Se utiliza para el corte de placas de madera como multilaminado fenólico, paneles OSB o paneles de fibrocemento. (Peurifoy, 1971)

Tabla 33: Maquinaria empleada en Steel Framing

12. Análisis comparativo de una casa tradicional vs Steel Framing

Comparativa	Casa tradicional	Steel Framing	Porcentaje de ahorro S.F
Tiempo de montaje	40.52 días	20 días	50.64 %
Costo de material y mano de obra	18,872.37\$	17,871.89\$	5.30 %
Volumen de cimentación	38m ³	11.4m ³	70 %
Tipo de cimentación	losa de cimentación	losa de cimentación	

Tabla 34: Comparativa de una casa tradicional vs Steel Framing

12.1. Análisis de demanda/capacidad

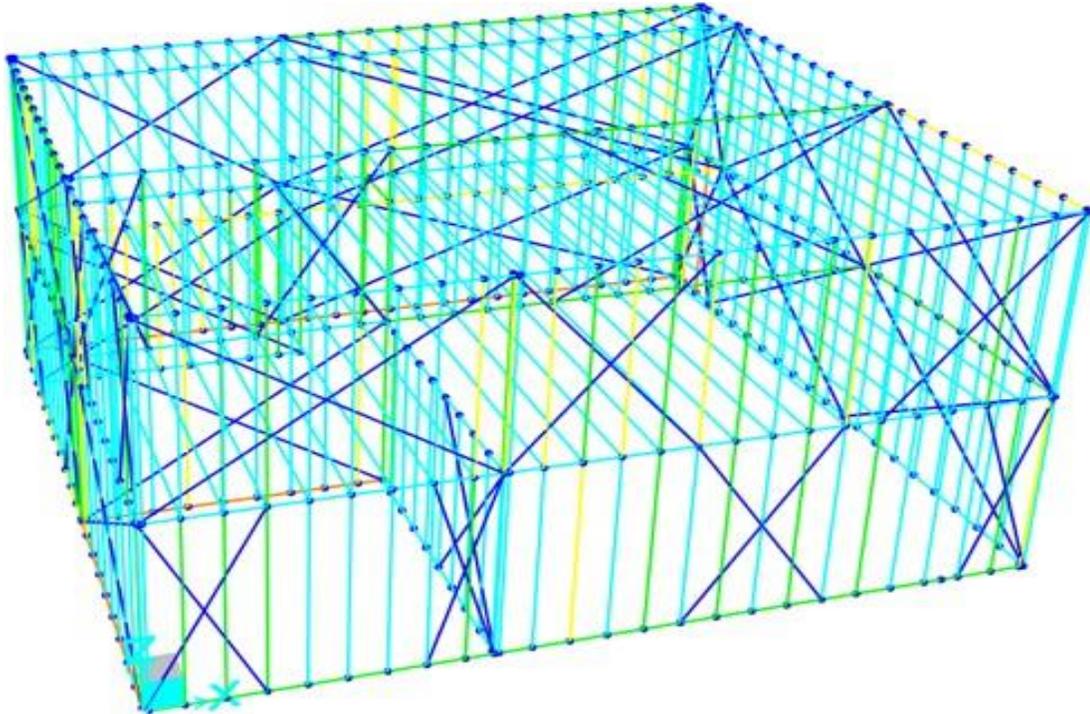
En la siguiente tabla 32 se puede observar las cargas utilizadas para el análisis demanda-capacidad de nuestro prototipo.

El análisis de tensiones verifica que los elementos estructurales presentan interacción de tensiones que no sobrepasan los rangos admisibles considerando la geometría real de la estructura y las cargas arriba indicadas. Es decir que la estructura proyectada de acero galvanizado liviano se comporta de manera adecuada frente a las sollicitaciones analizadas.

Tipo de carga	Carga empleada	Descripción
Carga muerta en entrepiso	15200kgf	Están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales, tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura. Respetando la normativa CPE INEN-NEC-SE-CG 26-1
Carga viva en entrepiso	15200kgf	Las sobrecargas que se utilicen en el cálculo dependen de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras. Respetando la normativa CPE INEN-NEC-SE-CG 26-1
Carga muerta en cubierta	3800kgf	La carga fue obtenida bajo la normativa CPE INEN-NEC-SE-CG 26-1 en donde nos explica cómo obtener este dato.
Carga viva decubierta	5320kgf	Las sobrecargas mínimas a considerar son indicadas en el Anexo A de CPE INEN-NEC-SE-CG 26-1 . Se presentan valores de carga uniforme (kN/m ²) y de carga concentrada (kN).
Carga de viento(en todos los sentidos)	4940kgf	La velocidad instantánea máxima del viento se multiplicará por un coeficiente de corrección que depende de la altura y de las características topográficas y/o de edificación del entorno (nivel de exposición al viento),CPE INEN-NEC-SE-CG 26-1
Coefficiente sísmico	0,3	El siguiente coeficiente depende de la zona geográfica la cual nos viene especificada en CPE INEN-NEC-SE-DS 26-2 Cargas Sísmicas y Diseño Sismo Resistente. En este caso se escogió la zona costera.

Tabla 35: Datos de cargas utilizadas en el software

Figura 20: Análisis demanda/capacidad



Fuente: Autor

En la figura 17 se ve el comportamiento demanda capacidad en donde tenemos un máximo de 0.85 el cual se genera en Stud de pared. Por lo tanto, nuestra estructura pasa la verificación ya que ningún miembro excede $D/C=1$.

12.2. Ventajas de la construcción Steel Framing

- Todos sus componentes son normalizados por lo que facilita su producción, su fabricación es más rápida y fácil de procesar con su calidad y controles de seguridad. (Cáceres Gaibor, 2018)
- El acero es un material de comprobada resistencia y el alto control de calidad desde la producción de las materias primas hasta sus productos, lo que redundará en una mayor precisión dimensional y un mejor desempeño de la estructura. (Freitas, 2006)
- El peso del material nos ayuda a que sea fácil de transportar e igualmente el montaje del mismo. (Martínez, 2012)

- Proporcionando las mismas prestaciones las paredes construidas con Steel Framing pueden ser más estrechas que las que son elaboradas en las obras húmedas, al ser un sistema más ligero eliminando muros o pilares estratégicos de carga y puedes conseguir que los espacios de la vivienda sean mucho más amplios, permitiendo que se puedan aprovechar de mejor forma. (Gavidia González, 2015)
- Tiene una alta respuesta sísmo resistente debido a que el impacto de un sismo es proporcional al peso de la edificación. El acero utilizado es más ligero que los sistemas convencionales, lo cual resulta en un menor impacto sobre la estructura en caso de sismo. Esto permite un mejor desempeño de la estructura. (Freitas, 2006)
- Las instalaciones de electricidad y sanitaría son sencillas, gracias a que sus perfiles tienen perforaciones que facilitan este tipo de actividades. (CAMICON, 2017)
- Su tiempo de construcción es bajo debido a que se utilizan materiales prefabricados, además se puede realizar varias actividades simultáneamente. (Martínez, 2012)
- Al ser construida con un material (Steel Framing) que se puede reciclar, tiene un bajo impacto ambiental. En el caso de que existan sobrantes estos se los puede reutilizar sin ningún problema. (CAMICON, 2017)
- Las características del material empleado lo hacen adaptable a cualquier estilo arquitectónico. (ConsulSteel, 2015)
- En caso de una remodelación de la vivienda se lo puede hacer fácilmente ya que sus elementos son desmontables. Es menos costoso y más rápido. (Carpio Toral, 2014)
- El uso de materiales livianos reduce de manera considerable los espacios de acopio. La no utilización de materiales a granel (que fraguan en presencia del agua) favorece a la limpieza de la obra. (Martínez, 2012) .
- Ideal para cualquier zona geográfica, especialmente las expuestas a la corrosión debido a que el galvanizado protege al acero, además al no tener cordones de soldadura evita que se genere focos de soldadura. (Freitas, 2006)
- La construcción en steel framing permite calcular absolutamente todos los materiales necesarios para una obra. De esta manera, se optimiza la provisión de estos, se reducen los desperdicios, se logra un mejor control de gastos y se eliminan los “costos adicionales” por imprevistos propios de la obra húmeda. (Martínez, 2012)

- Las reparaciones son muy simples y la detección de los problemas de pérdidas en cañerías de agua es inmediata. (Gavidia González, 2015)

12.3. Desventajas de la construcción Steel Framing

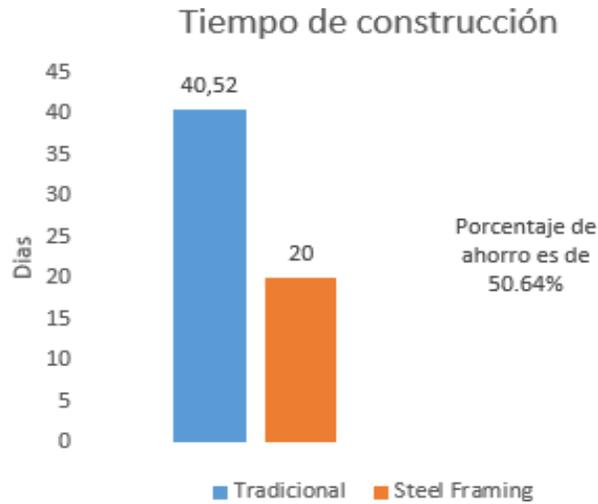
- Este sistema constructivo necesita de mano de obra capacitada tanto en fundamentos como en práctica. La falta de empresas que brinden el servicio de formación genera inconvenientes al constructor al momento de ejecutar una obra con este sistema constructivo. (Freitas, 2006)
- Este tipo de viviendas o estructuras tienen que cumplir con la norma de construcción que no supere más de los 2 pisos de altura con una luz de hasta 5m, debido a que la norma no se encuentra actualizada y por lo tanto los planos no podrán ser aprobados en todo el Ecuador. (INEN, 2014)
- Al ser un tipo de construcción tan nuevo en el país, naturalmente, genera desconfianza del público. Esto limita aún más la demanda de este. Además, por compartir el tipo de sistema en seco con el drywall o durlock, muchos consumidores dudan de su calidad y duración. (Guerra A., 2013)

12.4. Comparativa de la construcción en la forma tradicional versus Steel Framing

12.4.1. Tiempo de montaje del sistema tradicional y del Steel Framing

En la siguiente imagen podemos apreciar la diferencia de tiempo de montaje de un sistema con el otro, se observa que el sistema Steel framing tiene un tiempo de montaje menor. El porcentaje de ahorro en el sistema Steel Framing es del 41.95%

Figura 21: Tiempo de montaje casa tradicional vs Steel framing

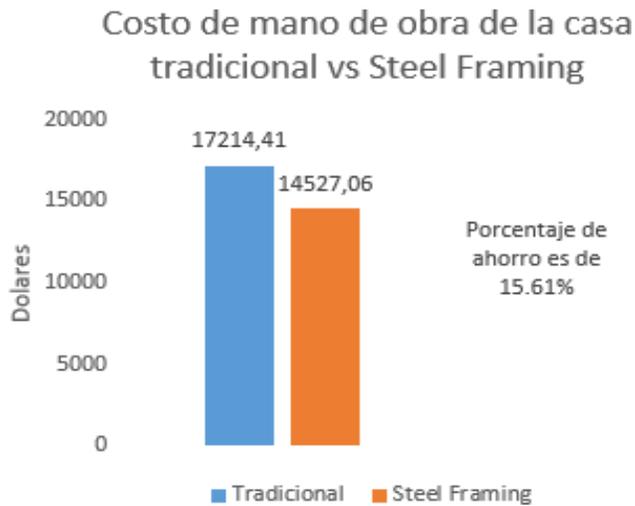


Fuente: Autor

12.4.2. Costo de material y mano de obra sistema tradicional y del Steel Framing

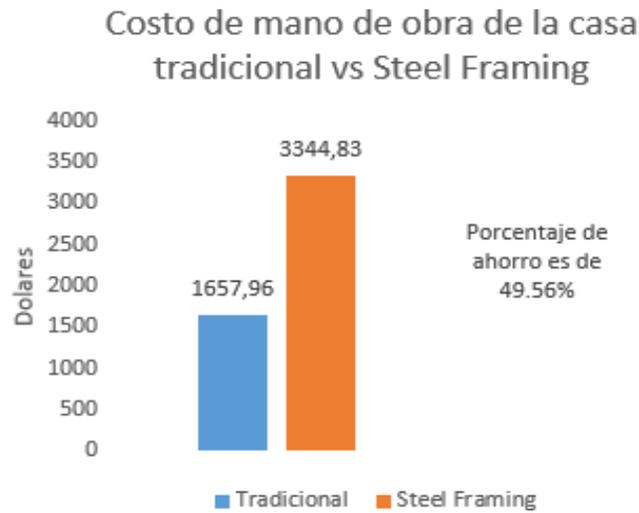
Se puede observar que el costo de material y mano de obra es menor en comparación con la construcción tradicional.

Figura 22: Costo de material de la casa tradicional vs Steel framing



Fuente: Autor

Figura 23: Mano de obra de la casa tradicional vs Steel framing

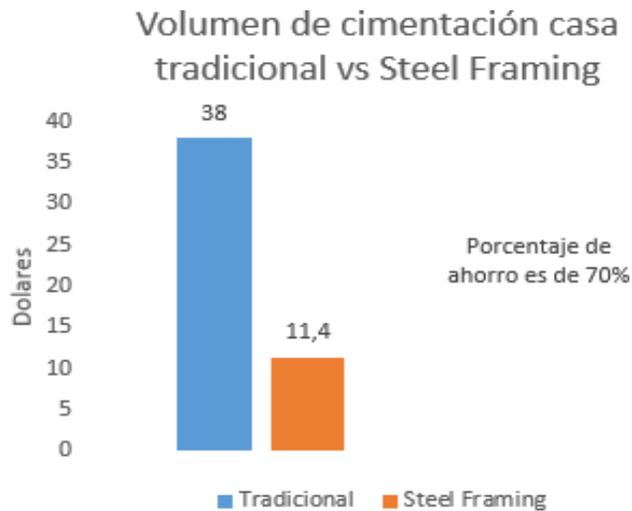


Fuente: Autor

12.4.3. Tipo y volumen del sistema tradicional y del Steel Framing

El tipo de cimentación que se utiliza en ambos sistemas es la losa de cimentación. En la gráfica se puede observar que el volumen de cimentación es menor en el sistema Steel Framing. El porcentaje de ahorro del volumen de cimentación en el sistema Steel Framing es del 70%

Figura 24: Volumen de la casa tradicional vs Steel framing



Fuente: Autor

12.5. Ventajas de la construcción en la forma tradicional

- Los muros de ladrillo o bloques de hormigón se caracterizan por contar con una buena capacidad portante, esto significa que son suficientes para soportar toda una planta sin ningún refuerzo tradicional. Para alturas mayores se puede acompañar con refuerzos o con más pilares. (Sotomayor, 2018)
- Este sistema de construcción pese a ser de construcción húmeda e implicar una mayor demanda de tiempo en el proceso de construcción tiene la gran ventaja de facilitar las modificaciones que deseen realizarse sobre el diseño original. (Cervantes, 2017)
- La vivienda tiene resistencia a la compresión, flexión, corte y tracción, por lo cual hace que sea seguro habitarla también posee una gran capacidad para evitar deformaciones. (Martínez, 2012)
- En este tipo de sistemas se tiene una gran adaptabilidad para obtener complejas formas arquitectónicas, debido a que existe más conocimiento por parte de obreros y arquitectos, los cuales se han venido desarrollando a lo largo de la práctica para lograr sistemas complejos. (Peña, 2015)

12.6. Desventajas de la construcción en la forma tradicional

- Es un tipo de construcción lento y por lo tanto caro, además tiene la particularidad de obligar realizar marcha y contramarcha de los trabajos, por ejemplo, cuando se construye la pared y luego se debe picar parte para poder colocar las tuberías y conexiones. (ConsulSteel, 2015)
- Por lo general las viviendas que se construyen con este sistema tienden a tener un peso muy grande y un mayor volumen. (Carpio Toral, 2014)
- El costo de los materiales es elevado debido a que las viviendas necesitan grandes cantidades del mismo por lo que el acero y el peso de la vivienda es considerable. (Mauricio Jorajuria, 2015)
- Su mantenimiento es más demorado y difícil de realizar, especialmente cuando se trata del sistema eléctrico o sanitario, debido que para realizar esta actividad se necesita picar la pared para llegar al punto de fallo ya sea del sistema eléctrico o sanitario. (Carpio Toral, 2014)

- Se necesita una cantidad alta de obreros y maquinaria para realizar la construcción. (Cremaschi, 2013)

13. Conclusiones.

- Se comparo el tiempo de montaje con respecto al sistema tradicional versus el sistema Steel framing en la construcción de una vivienda de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros. El tiempo de montaje en el sistema tradicional es de 40.52 días, mientras que el tiempo de montaje en el sistema Steel framing es de 20 días. Se observa un menor tiempo de construcción en el sistema Steel Framing.
- Se comparó los costos de material y mano de obra para la construcción de una casa de la forma tradicional y Steel framing. los resultados se aprecian en la tabla que se muestra a continuación.

	Sistema tradicional	Steel Framing
Costo de material	17,214.41\$	14,527.06\$
Costo de mano de obra	1,657.96\$	3,344.83\$
Total	18,827.37\$	17,871.89\$

Por lo cual el Steel Framing tiene ventaja sobre el sistema tradicional analizando desde este parámetro.

- La cimentación en el sistema de construcción Steel Framing se optó por una losa de cimentación e igualmente en el sistema tradicional, debido a que evita las deformaciones de la estructura, causadas por cargas de viento y de sismos. En cuanto al volumen que es necesario para el sistema tradicional es de 38m³, mientras que en el sistema de construcción Steel Framing el volumen de cimentación es de 11.4m³. El volumen de cimentación en el Steel Framing es menor debido a que los anclajes no necesitan ser enterrados a grandes profundidades.
- En el análisis comparativo del sistema de construcción tradicional con el sistema de construcción Steel Framing se pudo observar que la casa tradicional requiere mayor cantidad de maquinaria y mano de obra, especialmente cuando se trata de construir la cimentación, transporte de material y fundición de losa. En la casa de Steel Framing requiere menor cantidad de maquinaria ya que sus materiales son livianos y fáciles de

transportar, además su losa de cimentación es de un volumen inferior al del sistema tradicional de construcción por lo que no es necesario maquinaria ni excesiva mano de obra.

- Se obtuvo las ventajas y desventajas de ambos sistemas de construcción las más notables que se pueden destacar son el tiempo de construcción que resulta ser menor en la construcción Steel Framing. El costo de estructura, mano de obra y cimentación son menores en el Steel Framing. Los beneficios que proporciona la construcción en Steel Framing superan a la construcción tradicional e incluso proporciona mejores beneficios y muy pocos contras. Realizando un análisis final con las ventajas y desventajas de cada sistema se llega a la conclusión de que el Steel Framing es un método de construcción innovador que brinda seguridad, calidad, bajo costo, tiempo de construcción reducido.

14. Recomendaciones.

- Para un futuro trabajo de análisis comparativo utilizar un distinto tipo de cimentación tanto en la construcción de la forma tradicional y de la construcción Steel Framing, para poder determinar si los costos o tiempo de construcción varían para ambos sistemas.
- Tener en cuenta en la simulación que el material sea correctamente designado según las propiedades que facilita el fabricante, con el objetivo de acercarse más a la realidad del comportamiento de la estructura.

Referencias

- Alacero (2007). Manual de ingeniería de steel framing. *Santiago de Chile*. CAMICON
- (2017). *Revista de la cámara de la industria de la construcción*. Quito.
- Carpio Toral, M. P. (2014). Diseño estructural de una vivienda aplicando el sistema constructivo steel framing. *Cuenca*.
- Cervantes, A. (2017). *Análisis comparativo entre la planificación y la ejecución de un proyecto inmobiliario en la ciudad Quito*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7046>.
- ConsulSteel (2015). *Manual de procedimiento construcción con acero liviano*. Buenos Aires.
- Cremaschi, Marsili, S. (2013). *PROCESOS CONSTRUCTIVOS INTRODUCCIÓN AL STEEL FRAMING*). Obtenido de <https://procesosconstructivos.files.wordpress.com/2013/05/ficha-26-sistema-steel-framing.pdf>.
- Cáceres Gaibor, C. (2018). Análisis comparativo técnico-económico de un sistema tradicional aporticado y un sistema estructural liviano para la construcción de viviendas. Master tesis, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.
- de desarrollo urbano y vivienda, M. (2016). *Guía práctica para el diseño de estructuras de hormigón armado*. Quito.
- Freitas, C. (2006). *Steel framing: arquitectura*. Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero.
- Gavidia González, S. S. (2015). Elaboración de los procedimientos de fabricación y montaje de una estructura de acero para un edificio tipo. Master tesis, Universidad de los Andes. Merida - Venezuela.
- Guerra A., M. (2013). Diseño de cimentaciones sísmo resistentes utilizando safe. *Quito: Proyectos Estructurales*.
- INEN (2014). *Perfiles abiertos de acero conformados en frío para uso estructural*. Quito.
- Lucero Castro, D. E. (2019). Diseño de una vivienda del programa casa para todos en sistema "steel framing" y análisis comparativo económico con sistema de construcción tradicional. *Bachelor's thesis, Quito*.

- Martínez, Cueto, G. (2012). *Steel framing*. TESINA 2012.
- Mauricio Jorajuria, . F. S. (2015). Steel framing y sus principales usos en uruguay. *Facultad de Arquitectura UdelaRl*.
- MAXIFRAME (2000). *Diseño basico de perfiles laminados en frio*. Cuenca.
- McCormac, C. (2013). *Diseño de EStructuras de Acero*. Mexico D.F.: Alfaomega Grupo Editor S.A..
- Peurifoy (1971). *Planeamiento y Equipos de Construcción*.
- Peña, A. (2015). *PERFILESTRACKSTEELFRAMING(MAXIFRAME)(ESTRUCTURAL)*. Cuenca.
- Quiñonez Olaya, J. H. (2016). Análisis y evaluación del aporte estructural a contrapiso de hormigón armado mediante la adición de fibras de carbono y fibra de vidrio. *Universidad de Guayaquil*.
- Sotomayor, M. (2018). *KBIFRAME MARCOS DE ACERO O STEEL FRAME*. Quito.

ANEXOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	1,5	UNIDAD:	kg			
DETALLE:	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm²					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor (5% MO)	Global				0,0155	
SUBTOTAL M					0,0155	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Fierro	1,00	3,45	3,45	0,0300	0,1035	
Ayudante	1,00	3,45	3,45	0,0600	0,2070	
SUBTOTAL N					0,3105	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Varilla sismoresistente soldable D=10mm x 12m	kg	1,00	0,79	0,7900		
Varilla sismoresistente soldable D=12mm x 12m	kg	1,00	0,79	0,7900		
SUBTOTAL O					1,5800	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL P					0,0000	
FECHA	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				1,9060	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				%X	0,0000
	OTROS COSTOS INDIRECTOS				%X	0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,9060
VALOR OFERTADO					1,91	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	2,1	UNIDAD:	m ³			
DETALLE:	Hormigón simple en columnas f'c=210 kg/cm ²					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor (5% MO)	Global				0,8167	
Vibrador eléctrico a gasolina	1,00	4,38	4,38	0,3200	1,4000	
SUBTOTAL M					2,2167	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Peón	8,00	3,41	27,28	0,3200	8,7296	
Albañil	2,00	3,45	6,90	0,3200	2,2080	
Maestro de obra	1,00	3,82	3,82	0,3200	1,2224	
Carpintero	2,00	3,45	6,90	0,1250	0,8625	
Ayudante	3,00	3,45	10,35	0,3200	3,3120	
SUBTOTAL N					16,3345	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Hormigon premezclado f'c=210 kg/cm ²	m ³	1,00	81,38	81,3800		
Encofrado	m ²	1,00	14,18	14,1800		
SUBTOTAL O					95,5600	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL P					0,0000	
FECHA	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				114,1112	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				%X	0,0000
	OTROS COSTOS INDIRECTOS				%X	0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				114,1112	
VALOR OFERTADO				114,11		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	2,3	UNIDAD:	kg		
DETALLE:	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm²				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)	Global				0,0155
SUBTOTAL M					0,0155
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Fierrero	1,00	3,45	3,45	0,0300	0,1035
Ayudante	1,00	3,45	3,45	0,0600	0,2070
SUBTOTAL N					0,3105
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Varilla sismoresistente soldable D=10mm x 12m	kg	1,00	0,79	0,7900	
Varilla sismoresistente soldable D=12mm x 12m	kg	1,00	0,79	0,7900	
Varilla sismoresistente soldable D=14mm x 12m	kg	1,00	0,79	0,7900	
Varilla sismoresistente soldable D=16mm x 12m	kg	1,00	0,79	0,7900	
SUBTOTAL O					3,1600
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0,0000
FECHA	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				3,4860
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			%X	0,0000
	OTROS COSTOS INDIRECTOS			%X	0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,4860
	VALOR OFERTADO				3,49
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

Anexo B: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN S.F.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	2,6	UNIDAD:	pln			
DETALLE:	Malla electrosoldada 5mm@10cm					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor (5% MO)	Global				0,1858	
SUBTOTAL M					0,1858	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Fierrero	1,00	3,45	3,45	0,0300	0,1035	
Ayudante	1,00	3,45	3,45	0,0600	0,2070	
Maestro de obra	1,00	3,82	3,82	0,3200	1,2224	
Peón	2,00	3,41	6,82	0,3200	2,1824	
SUBTOTAL N					3,7153	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Malla electrosoldada 5mm@10cm	pln	1,00	51,38	51,3800		
SUBTOTAL O					51,3800	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL P					0,0000	
FECHA	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				55,2811	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				%X	0,0000
	OTROS COSTOS INDIRECTOS				%X	0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				55,2811	
	VALOR OFERTADO				55,28	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	1,1	UNIDAD:	m ³
DETALLE:	Excavación a máquina, 0<H<2m		

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)	Global				0,0555
Retroexcavadora	1,00	25,00	25,00	0,1000	2,5000
SUBTOTAL M					2,5555

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	1,00	3,82	3,82	0,1000	0,3820
Op.Gr.1 de Retroexcavadora	1,00	3,82	3,82	0,1000	0,3820
Ayudante de maquinaria	1,00	3,45	3,45	0,1000	0,3450
SUBTOTAL N					1,1090

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O				0,0000

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				0,0000

FECHA	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	3,6645
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	0,0000
	OTROS COSTOS INDIRECTOS	0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,6645
	VALOR OFERTADO	3,66

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN
IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	1,3	UNIDAD:	m ³			
DETALLE:	Replantiillo de H.S. 140 kg/cm ²					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor (5% MO)	Global				0,3819	
Concreteira electrica a gasolina	1,00	3,01	3,01	1,0000	3,0100	
SUBTOTAL M					3,3919	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Peón	7,00	3,41	23,87	0,3200	7,6384	
Albañil	2,00	3,45	6,90	0,3200		
Maestro de obra	1,00	3,82	3,82	0,3200		
SUBTOTAL N					7,6384	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Hormigon premezclado f'c=140 kg/cm ²	m ³	1,00	79,05	79,0500		
SUBTOTAL O					79,0500	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL P					0,0000	
FECHA	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				90,0803	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				%X	0,0000
	OTROS COSTOS INDIRECTOS				%X	0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				90,0803	
	VALOR OFERTADO				90,08	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	1,4	UNIDAD:	m ³			
DETALLE:	Hormigón simple en losa f'c=210 kg/cm ²					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor (5% MO)	Global				0,6854	
Vibrador eléctrico a gasolina	1,00	4,38	4,38	0,3200	1,4000	
SUBTOTAL M					2,0854	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Peón	7,00	3,41	23,87	0,3200	7,6384	
Albañil	2,00	3,45	6,90	0,3200	2,2080	
Maestro de obra	1,00	3,82	3,82	0,3200	1,2224	
Carpintero	1,00	3,45	3,45	0,1250	0,4313	
Ayudante	2,00	3,45	6,90	0,3200	2,2080	
SUBTOTAL N					13,7081	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Hormigón premezclado f'c=210 kg/cm ²	m ³	1,00	81,38	81,3800		
Encofrado	m ²	1,00	9,51	9,5100		
SUBTOTAL O					90,8900	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL P					0,0000	
FECHA	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				106,6835	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				%X	0,0000
	OTROS COSTOS INDIRECTOS				%X	0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					106,6835
	VALOR OFERTADO					106,68
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	1,5	UNIDAD:	pln		
DETALLE:	Malla electrosoldada 10mm 15x15cm				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)	Global				0,1858
SUBTOTAL M					0,1858
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Fierrero	1,00	3,45	3,45	0,0300	0,1035
Ayudante	1,00	3,45	3,45	0,0600	0,2070
Maestro de obra	1,00	3,82	3,82	0,3200	1,2224
Peón	2,00	3,41	6,82	0,3200	2,1824
SUBTOTAL N					3,7153
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Malla electrosoldada 5mm@10cm	pln	1,00	140,43	140,4300	
SUBTOTAL O					140,4300
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0,0000
FECHA	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				144,3311
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				%X 0,0000
	OTROS COSTOS INDIRECTOS				%X 0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				144,3311
VALOR OFERTADO					144,33
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	2,2	UNIDAD:	kg		
DETALLE:	Acero conformado en frío				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)	Global				0,0409
SUBTOTAL M					0,0409
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Fierro	2,00	3,45	6,90	0,0150	0,1035
Albañil	1,00	3,45	3,45	0,0150	0,0518
Maestro de obra	1,00	3,82	3,82	0,1600	0,6112
Ayudante	1,00	3,45	3,45	0,0150	0,0518
SUBTOTAL N					0,8182
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Perfiles "G" Y "C" 2mm, 6m	kg	1,00	0,86	0,8600	
Tornillo T1 #8 x 1/2"	u	5,00	0,02	0,1000	
Tornillo autoroscante	u	25,00	0,03	0,7500	
Cintas de acero 5x2mm	kg	1,00	0,30	0,3000	
SUBTOTAL O					2,0100
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0,0000
FECHA	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				2,8691
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				%X 0,0000
	OTROS COSTOS INDIRECTOS				%X 0,0000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				2,8691
VALOR OFERTADO				2,87	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

