



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPIRITU SANTO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO

DE:

INGENIERO CIVIL

TEMA:

**ANALISIS COMPARATIVO ENTRE METODOLOGIA SIP Y
METODOLOGIA TRADICIONAL EN LA CONSTRUCCION DE
VIVIENDAS DE UN PISO**

AUTOR:

CARLOS RENATO GOMEZ MOREIRA

TUTOR:

ING. CARMEN TERREROS PHD

SAMBORONDON, SEPTIEMBRE DEL 2015

INDICE

CAPITULO 1	18
1. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1 Descripción del problema.....	18
1.3.1 Objetivo General.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos.....	19
1.4.1 Justificación práctica.....	19
1.4.2 Justificación teórica.....	20
CAPITULO 2.....	22
2. MARCO REFERENCIAL	22
2.1 Marco teórico.....	22
2.1.1 Vivienda de un piso	22
2.1.2 La metodología constructiva SIP	22
2.1.3 Descripción del proceso constructivo.....	25
2.1.4 Calidad y especificaciones técnicas del material	32
2.1.5 Costo de una vivienda con la metodología SIP	34
2.1.6 La metodología tradicional de construcción.....	34
2.2 Marco Conceptual	35
CAPITULO 3.....	37
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.1 Hipótesis.....	37
3.1.1Diseño de investigación	37
CAPITULO 4.....	38
4. ANALISIS DE RESULTADOS.....	38

4.1 Costo de la obra	38
4.1.1 Presupuesto de una vivienda de interés social con la metodología tradicional.....	38
4.1.2 Presupuesto de construcción aplicando la metodología SIP ...	42
4.2 Tiempo de ejecución de la obra	77
4.3 Calidad y especificaciones técnicas del sistema constructivo SIP .	80
CAPITULO 5.....	89
5. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA SITUACION PRÁCTICA	89

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Instalación de solera de Base	26
Grafico 2. Unión entre paneles	27
Grafico 3. Colocación de puertas y ventanas	28
Grafico 4. Unión de paneles de muros y techo.	29
Grafico 5. Instalación de viga maestra de cubierta	29
Grafico 6. Instalación de los paneles de techo	31
Grafico 7. Vista en planta de vivienda de interés social.....	39
Grafico 8. Fachada frontal y posterior de vivienda de interés social.....	40
Grafico 9. Vista en planta de vivienda panelizada SIP.....	43
Grafico 10. Fachadas de vivienda panelizada SIP.....	44
Grafico 11. Fachadas de vivienda panelizada SIP.....	46
Grafico 12. Esquema de diseño arquitectónico con protección contra agua	81
Grafico 13. Protección contra agua en la cimentación.....	82
Grafico 14. Cimentación elevada de la cota del terreno	82
Grafico 15. Cálculo resistencia muros sentido Y.....	86
Grafico 16. Cálculo de la resistencia de muros en sentido X.....	87

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades de paneles SIP.....	34
Tabla 2. Presupuesto de vivienda utilizando la metodología tradicional. .	41
Tabla 3. Presupuesto de vivienda utilizando a metodología SIP	46
Tabla 4. Cronograma de obra con la metodología tradicional	78
Tabla 5. Cronograma de obra con la Metodología SIP	79

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Vivienda construida con paneles SIP.	23
Ilustración 2. Instalación con paneles de techo.....	25
Ilustración 3. Mapa de riesgo sísmico del Ecuador.....	84

Ingeniero

Urbano Caicedo

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL UEES

El motivo de la presente es para informarle que yo Ing. Carmen Terreros, tutora de tesis del Sr. Renato Gómez, estudiante de Ingeniería Civil, habiendo supervisado la elaboración de este trabajo de titulación y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final de este trabajo para su posterior sustentación.

Atentamente,

Ing. Carmen Terreros, PHD.

DEDICATORIA

A mis Padres y mis hermanos quienes son motivación para alcanzar mis metas, y quienes me brindan su apoyo en toda circunstancia. A la comunidad científica y a los profesionales de la Ingeniería Civil, para aportar con los conocimientos aprendidos a mejorar la industria y el desarrollo de nuestro país.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional, durante el desarrollo de mis estudios. A los profesores de la Universidad De Especialidades Espiritu Santo, quienes han compartido sus conocimientos y experiencia obtenida a través de los años, para formarme como profesional. Además a la Ingeniera Carmen Terreros quien me guio durante el proceso de elaboración de este trabajo de titulación. Al Ingeniero Miguel Salas, por brindarme su tiempo y valiosos conocimientos para realizar este trabajo.

RESUMEN

La construcción de viviendas de interés social en el Ecuador es una de las áreas más importantes de esta industria, ya que debido a la economía de nuestro país son altamente demandadas las viviendas para personas con escasos recursos.

Actualmente, en nuestro país la metodología constructiva más utilizada en este tipo de construcción es la denominada metodología tradicional. Esta se construye con pórticos de hormigón armado y mampostería. Si bien esta metodología tiene ventajas debido a la experiencia que tiene la mano de obra en nuestro país en ella, también tiene algunas desventajas. Existen un sin número de metodologías constructivas, entre las cuales la metodología SIP (Structural Insulated Panel) representa una solución atractiva debido a las muchas ventajas que ofrece.

Esta metodología ofrece las ventajas de que es fácil de montar, los trabajos pueden ser realizados en corto tiempo, con poco personal. Además, ofrece ventajas técnicas tales como aislamiento térmico y acústico, ambientes agradables, es amigable con el medio ambiente.

Este estudio trata de demostrar el por qué esta metodología es una opción viable para la construcción de viviendas de interés social. Centrándose básicamente en tres aspectos: costo, tiempo y calidad.

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

La construcción de viviendas de un piso en el Ecuador se ha realizado históricamente utilizando la metodología tradicional, es decir mampostería confinada con estructuras de hormigón armado. Este tipo de estructura, debido a la naturaleza de la misma, requiere de cierto tiempo para fraguar y para completar una determinada resistencia antes de ser utilizada. Esta y otras restricciones son limitantes en el empleo de este tipo de estructuras. Además, el armado de las varillas de acero que conforman los elementos estructurales, representa una gran cantidad de tiempo y esfuerzo por parte de los trabajadores.

La metodología constructiva SIP que significa Structural Insulated Panel, es una metodología ampliamente utilizada en países como Estados Unidos, Chile y Argentina. Las viviendas construidas con esta metodología están constituidas de paneles estructurales. Los paneles SIP están conformados de dos caras de OSB, más un centro o núcleo de poliestireno expandido. Estos tres componentes están pegados en capas con un pegante especial de alta resistencia a base de poliuretano. El conjunto de paneles ensamblados de manera correcta logra una estructura con excelentes propiedades arquitectónicas y estructurales, que puede reemplazar a la metodología tradicional, con mayores beneficios que esta.

1.2 Formulación del problema:

¿Es la metodología SIP, una solución económica y técnicamente viable, que ofrece ventajas sobre la metodología tradicional en la construcción de viviendas de un piso en nuestra región?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la viabilidad técnica y económica de la metodología SIP, y realizar el análisis comparativo con respecto a la metodología tradicional, para determinar ventajas y desventajas de ambas en nuestra región.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la viabilidad técnica de esta metodología con respecto a la norma ecuatoriana de la construcción NEC-15.
- Determinar el costo y tiempo de una vivienda tipo utilizando la metodología SIP en nuestra región.
- Comparar ambas metodologías para determinar cuál de las dos es la más conveniente de aplicar en nuestra región.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación práctica

Este estudio servirá de guía para profesionales, estudiantes, cualquier otra persona relacionada con el área de la construcción. En la aplicación de la metodología SIP para la construcción de viviendas de interés social.

Servirá como una guía al momento de tomar una decisión crítica en un proyecto de construcción, en cuanto a la decisión de usar la metodología constructiva SIP. Es también útil para profesionales que están innovando constantemente sus métodos de trabajo, ya que el mundo evoluciona cada día, y aparecen en el mercado materiales más eficientes y económicos. Esta guía puede servir para todas aquellas personas que estén buscando incrementar sus conocimientos, y que hayan realizado investigaciones acerca de esta metodología; y en general para cualquier persona interesada en el tema.

1.4.2 Justificación teórica

Este trabajo tiene por objeto ser el primer estudio que compare estas dos metodologías. Será de gran aporte para la comunidad científica en el estudio de metodologías constructivas más eficientes y amigables con el ambiente. Además de incrementar el conocimiento en el campo de la ingeniería de costos haciendo un análisis que permita determinar las ventajas de la metodología constructiva SIP. Servirá también como un punto de partida para futuras investigaciones que puedan profundizar más en el tema y ampliar nuestro conocimiento como profesionales de la construcción.

1.5 Preguntas de investigación:

¿Cuánto cuesta realizar una vivienda de un piso utilizando la metodología SIP, con relación a la metodología tradicional en nuestra región?

¿Cuánto tiempo es necesario para construir una vivienda de interés social con la SIP, con relación a la metodología tradicional en nuestra región?

¿Cumple la metodología SIP con los parámetros establecidos en la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-15 para ser aplicada en la construcción de viviendas?

CAPITULO 2

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco teórico

2.1.1 Vivienda de un piso

En el presente estudio esta aplicado en las viviendas de un piso, para simplificar el análisis de las diferentes características técnicas de la metodología SIP.

Es por esta razón que este tipo de construcción tiene que resultar económica en todas sus etapas, haciendo uso eficiente de los recursos disponibles.

Este tipo de vivienda debe de contar con la infraestructura básica tales como vías de acceso, instalaciones eléctricas, instalaciones de agua y sanitarias, deben de tener una estructura segura y ser confortables para ser habitadas.

2.1.2 La metodología constructiva SIP

La metodología SIP cuyas siglas significan Structural Insulated Panel, o en español Paneles Aislados Estructurales o Panel Sándwich de Poliuretano, son una metodología ampliamente utilizada en Estados Unidos y en ciertos países de Latinoamérica. Son utilizados debido a que son fáciles de montar, no requiere de maquinaria especializada, son relativamente económicos y brindan un ambiente interno aislado de las temperaturas del exterior.



Ilustración 1. Vivienda construida con paneles SIP.

Es una de las más nuevas tecnologías de construcción desarrollada en Estados Unidos, permite construir todo tipo de diseño arquitectónico, usado en construcción habitacional, industrial y comercial. SIP ha tomado lo mejor de la industrialización, permitiendo generar muros con una sobresaliente resistencia estructural, fáciles de montar, empalmar, clavar, cortar y cablear. Un panel SIP está compuesto por dos caras de OSB, más un “CORE” o centro de poliestireno expandido de densidad mínima de 15k/m³, todo esto unido o pegado con adhesivo de última generación con base de poliuretano (LP BUILDING PRODUCTS, 2014).

Los paneles SIP son fabricados en plantas especializadas, tomando todas las consideraciones de seguridad y aplicando las normas de calidad

respectivas. De estos procesos se obtiene placas altamente resistentes que pueden utilizarse para aplicaciones tanto estructurales como no estructurales. Con este sistema constructivo puede construirse viviendas fuertes, resistentes a las acciones del ambiente tales como sismos, viento, e incluso nieve.

La construcción de las viviendas con la metodología SIP se puede resumir en 9 pasos principales los cuales son los siguientes:

- Aplicación de las soleras inferiores de montaje a la plataforma de piso.
- Instalación del panel de esquina.
- Unión de paneles de muro.
- Colocación de puertas y ventanas.
- Unión de paneles de muro y techo.
- Instalación de viga maestra de techo.
- Instalación de panel de techo.
- Remate de rasgos.
- Incorporación de instalaciones.



Ilustración 2. Instalación con paneles de techo.

2.1.3 Descripción del proceso constructivo

2.1.3.1 Sistemas de pisos SIP.

Las viviendas construidas con la metodología SIP, pueden tener una estructura de piso conformada por vigas y viguetas que sirven de apoyo a tableros de piso. Estas vigas y viguetas pueden ser fabricadas con alma de OSB (Oriented Strand Board, un tipo de tablero estructural del cual están compuestos los paneles SIP). O también puede emplearse vigas de metal u hormigón para tal efecto.

2.1.3.2 Instalación de las soleras de base

Las soleras de base son instaladas como una guía para definir el trazado por donde pasan las paredes de la vivienda. Estas son de madera y tienen medidas de 2x3 pulgadas. Esta medida está en función del espesor del centro de poliestireno.

Es recomendable que el primer panel que se instale este ubicado en una esquina. Ya que de esta manera se mantiene una rigidez en la estructura. En esta etapa, los paneles se ubican en posición horizontal para perforarlos por el lado de abajo si es necesario, debido a la existencia de alguna instalación en la pared.

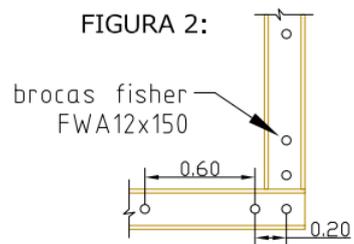
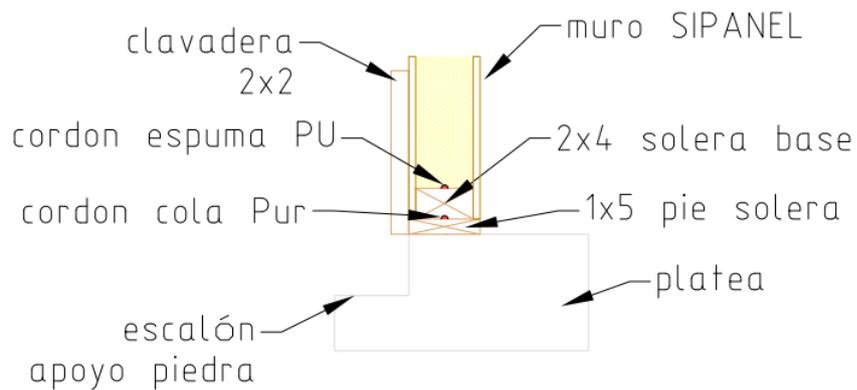


Grafico 1. Instalación de solera de Base

2.1.3.3 Unión de paneles de muros

La unión de los paneles de los muros se la realiza mediante lengüetas de OSB, pre cortadas de 90 x 11,1mm. Estos elementos tienen el mismo largo que la pared.

La unión se la realiza tal y como se muestra en el grafico 2, obtenida del manual SIP LP PRODUCTS.

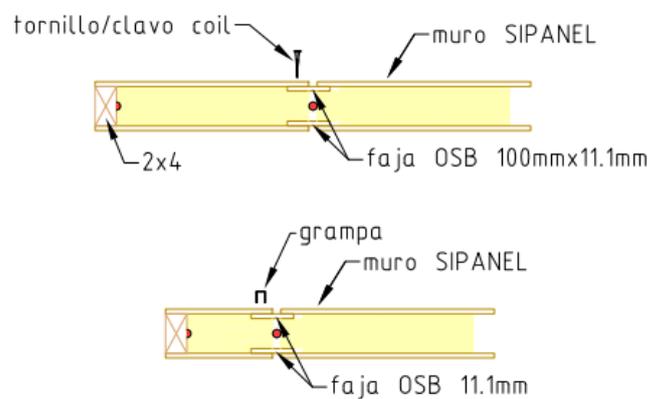


Grafico 2. Unión entre paneles

Fuente: SIPANEL sistema constructivo eficiente

Una vez concluido la instalación de los paneles, procederemos a instalar la solera superior de montaje, que es una pieza de madera de escuadría igual a la solera inferior instalada al inicio de este manual. Al momento de instalar esta solera deberemos tener claro cómo se resuelve el encuentro de Techo Muro. (LP BUILDING PRODUCTS, 2014)

2.1.3.4 Colocación de puertas y ventanas

Cuando los paneles de paredes principales ya están colocados, se monta la estructura de las ventanas y puertas. Luego de esto se deslizan los paneles que van sobre las mismas utilizando el marco como guía.

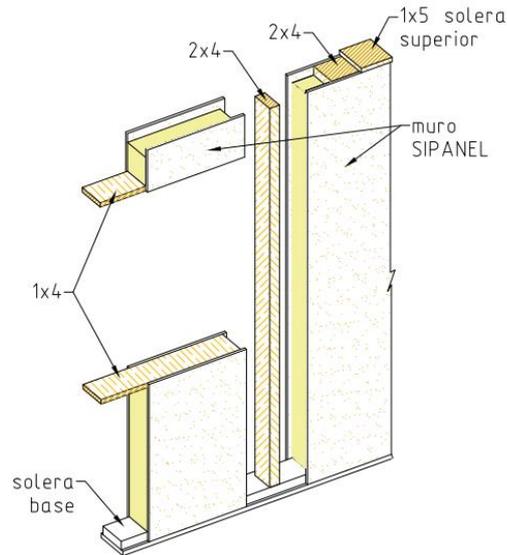
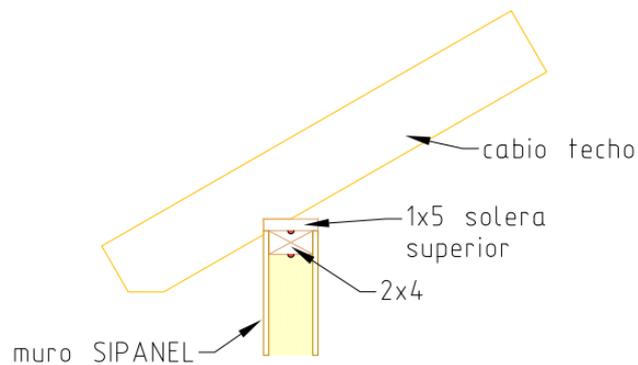


Grafico 3. Colocación de puertas y ventanas

2.1.3.4 Unión de paneles de muro y techo.

La unión de los elementos de las paredes con los de la cubierta se realiza mediante el uso de una solera de amarre. Esta tiene la misma



pendiente que la cubierta.

Grafico 4. Unión de paneles de muros y techo.

Luego de esto, procedemos con la instalación de la viga maestra que va a soportar el techo de la casa.

2.1.3.5 Instalación de viga maestra de cubierta

La viga maestra es la viga de cumbrera que atraviesa la casa de un lado a otro. Esta sirve de apoyo para la estructura del techo. Es por eso que se recomienda que la misma sea reforzada.

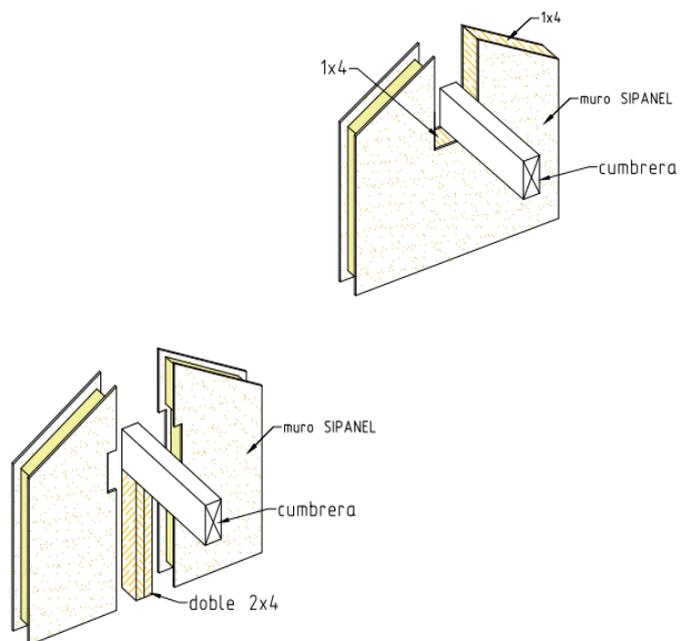


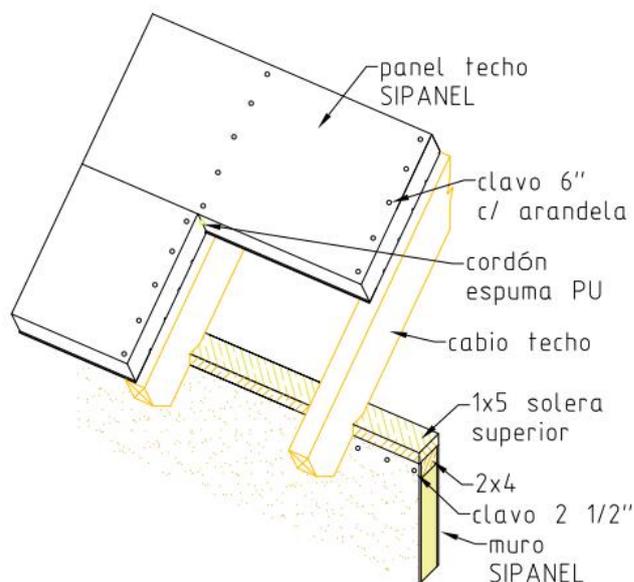
Grafico 5. Instalación de viga maestra de cubierta

2.1.3.6 Instalación de los paneles de techo

Una vez que la estructura del techo de la casa esta armada, se procede a colocar los paneles de techo en su lugar. Estos se unen con viguetas de madera o con trozos de paneles SIP que hayan sobrado en la construcción de las paredes.

“Con los paneles preparados procedemos a su instalación, en este caso con grúa de 10 Ton. O manualmente con la ayuda de cuerpos de andamio para la unión de paneles siempre se deberá aplicar espuma de poliuretano luego de puesto y fijado en posición. Una vez concluida la instalación de cubierta habremos completado la envolvente de nuestra casa y nos deberemos abocar al remate de rasgos e inicio de instalaciones” (LP BUILDING PRODUCTS, 2014).

Debido a la altura de la instalación de los paneles de techo, puede ser necesario la utilización de una grúa para levantar los mismos e incrementar el rendimiento de los trabajos.



2.1.3.7 Remate de rasgos

Con la estructura casi terminada de la vivienda es momento de realizar los boquetes para puertas y ventanas y cualquier otro detalle arquitectónico de la misma.

“Toda Construcción cuenta con rasgos de puertas y ventanas, para el caso de las construcciones en paneles SIP es común resolver estas aberturas con trozos de panel, ubicados como dinteles o alfeizares de cada rasgo”. (LP BUILDING PRODUCTS, 2014)

Los boquetes de puertas y ventas deberán ser tapados en todo su perímetro por una pieza de madera de 2” del mismo ancho de la pared.

2.1.3.8 Incorporación de instalaciones

Una de las últimas etapas de la construcción de este tipo de vivienda es la colocación de las instalaciones de servicios básicos.

“Cada panel SIP cuenta con dos perforaciones a lo largo de panel y dos a la ancho de él, que permiten alojar la instalación eléctrica de cada centro”.

(LP BUILDING PRODUCTS, 2014)

Dentro de estos conductos pueden ir instalaciones de agua y eléctricas. Una vez terminadas y colocadas las tuberías se puede pasar a los acabados finales tales como recubrimientos de los colores deseados en interiores y exteriores, colocación de piezas y muebles.

2.1.4 Calidad y especificaciones técnicas del material

Los paneles SIP, son paneles que han sido probados en diferentes países de Latinoamérica. En estos se han realizados ensayos para determinar las propiedades estructurales de los mismo, para poder establecer esta metodología en el mercado como técnicamente aceptada por los códigos de la construcción locales. Una de las propiedades más importantes a considerar en un país como el nuestro, que está ubicado en una zona de peligro sísmico, es que el mismo sea resistente a las sollicitaciones de los mismos.

Con respecto a este tema en el Ecuador existe la Norma Ecuatoriana de la Construcción, que en su capítulo 2 dice que lo siguiente:

“Toda vivienda deberá ser diseñada en base a la selección de un sistema sismo resistente apropiado:

- *Si el sistema es de pórtico de hormigón armado resistente a momentos, se diseña de acuerdo a la sección 5.*
- *Si el sistema está basado en muros portantes se diseña de acuerdo a la sección 6.*
- *Si el sistema es un pórtico de acero, se diseña de acuerdo a la sección 5.2.*
- *Si el sistema es diferente a los descritos deberá diseñarse con un método racional que garantice seguridad de vida de los ocupantes frente a la ocurrencia del sismo de diseño”.*

(Camara de la industria de la construccion, 2015)

De acuerdo con Norma Ecuatoriana de la construcción, se pueden utilizar sistemas constructivos que no consten en la norma. Siempre y cuando

estos cumplan con los requerimientos de sismo resistencia. Tal y como lo dice la Norma.

“Para sistemas constructivos diferentes a los descritos en este capítulo, cuyo diseño no pueda ser respaldado por normativa nacional ó internacional ó cuando se trate de un sistema único ó patentado, éstos deberán ser aprobados por el Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción y contar con un informe técnico sobre el desempeño del sistema constructivo y el cumplimiento de las disposiciones de la NEC, emitido por el Centro de Investigación de la Vivienda (CIV) de la Escuela Politécnica Nacional u otro centro acreditado por el Comité Ejecutivo NEC.”

(Camara de la industria de la construccion, 2015)

Para el análisis de este tipo de material para la construcción, se deberían tomar los procedimientos descritos en el capítulo 2 de la norma Ecuatoriana de la construcción. Debido a que este estudio pretende determinar la viabilidad técnica y económica de la misma para viviendas de interés social las cuales no superan los 2 pisos ni luces de gran magnitud entre elementos estructurales.

En el capítulo 2 (viviendas de hasta 2 pisos) se define que para que una estructura sea sismo resistente la resistencia lateral de la estructura (V_{mr}) debe ser igual o mayor a la demandada por el sismo de diseño calculado con los métodos de la normativa Ecuatoriana de la construcción, escrito como (V_{base}).

En este estudio se realizara un análisis de la vivienda tipo para determinar su resistencia al sismo de diseño.

Con respecto a las características estructurales del material, se han realizado ensayos para determinar las propiedades estructurales del mismo. En la tabla 1 se muestran los resultados para un tablero SIP de 3" de espesor. Esta tabla fue tomada de un fabricante de los paneles que posee certificación para el uso de los mismos en Chile.

Tabla 1. Propiedades de paneles SIP

Carga Admisible Vertical	1.356 Kg/m
Carga Admisible Horizontal	397 Kg/m
Carga Admisible a la flexión	270 Kg/m
Resistencia térmica SIP 86mm	1,94 m ² K/W
Resistencia al fuego	F15

2.1.5 Costo de una vivienda con la metodología SIP

Ya que los paneles son fabricados en plantas especializadas, y luego llevados a la obra para ser montados, el tiempo de construcción de este tipo de vivienda se traduce en la correcta localización y montaje de todos los elementos que la constituyen, para luego fijarlos mediante el uso de pernos. El costo de esta vivienda puede ser estimado en m² de paneles, ya sean divisorios, de cubierta o estructurales.

2.1.6 La metodología tradicional de construcción

La metodología tradicional de construcción de un piso en el Ecuador es aquella en la que se emplea mampostería confinada con pórticos de

hormigón armado. La cubierta de esta puede ser metálica con planchas de Eternit o similares.

2.2 Marco Conceptual

SIP.- Structural Insulated Panel, es un panel formado a manera de sándwich. Conformado por dos planchas de OSB y un núcleo de poliestireno expandido. Es ampliamente utilizado para la construcción de viviendas.

OSB.- Oriented Strand Board (en español tableros de virutas orientadas), son tableros utilizados en la construcción. Son similares a los contrachapados, pero con características de mayor resistencia estructural.

Solera inferior.- Es una pieza de madera de sección rectangular, que se coloca como guía para ubicar sobre el contrapiso, las paredes formadas por los tableros SIP.

Poliestireno expandido.- Es un material plástico, de contextura de espuma. Es un derivado del poliestireno, y es utilizado en el sector de la construcción debido a su reducido peso y aislamiento termo-acústico.

Panel SIP.- Es un panel tipo sándwich. Conformado por dos caras de OSB y un núcleo de poliestireno expandido. Utilizado para la construcción de viviendas por las ventajas que ofrece.

Lengüetas de OSB.- Elementos tabulares de OSB, utilizados como elemento intermedio en la unión de dos paneles SIP.

Aleros de cubierta.- Parte de la cubierta que se extiende desde los muros perimetrales de la vivienda, hasta el borde gotero de la cubierta. Estos deben tener longitudes mínimas según la especificación técnica.

Impermeabilizantes asfálticos.-

Resina sellante.- Es un pegamento estructural. Específicamente un poliuretano que brinda grandes resistencias estructurales y a elevadas temperaturas.

CAPITULO 3

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis

La metodología constructiva SIP, representa una solución económica y técnicamente viable, para construir viviendas de interés social.

3.1.1 Diseño de investigación

3.1.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de carácter mixto, ya que contiene ciertos aspectos cualitativos y cuantitativos. En esta se exponen las principales características de ambos sistemas constructivos, así como también se realizan comparaciones numéricas lo cual le dan el carácter de mixto.

3.1.1.2 Instrumentos, herramientas y procedimientos de la investigación

Los principales instrumentos que se utilizaran en esta investigación son la consulta de textos especializados en el tema, consulta de códigos y normativa internacional y nacional, investigación en páginas de internet, entrevistas con personas especializadas en el tema.

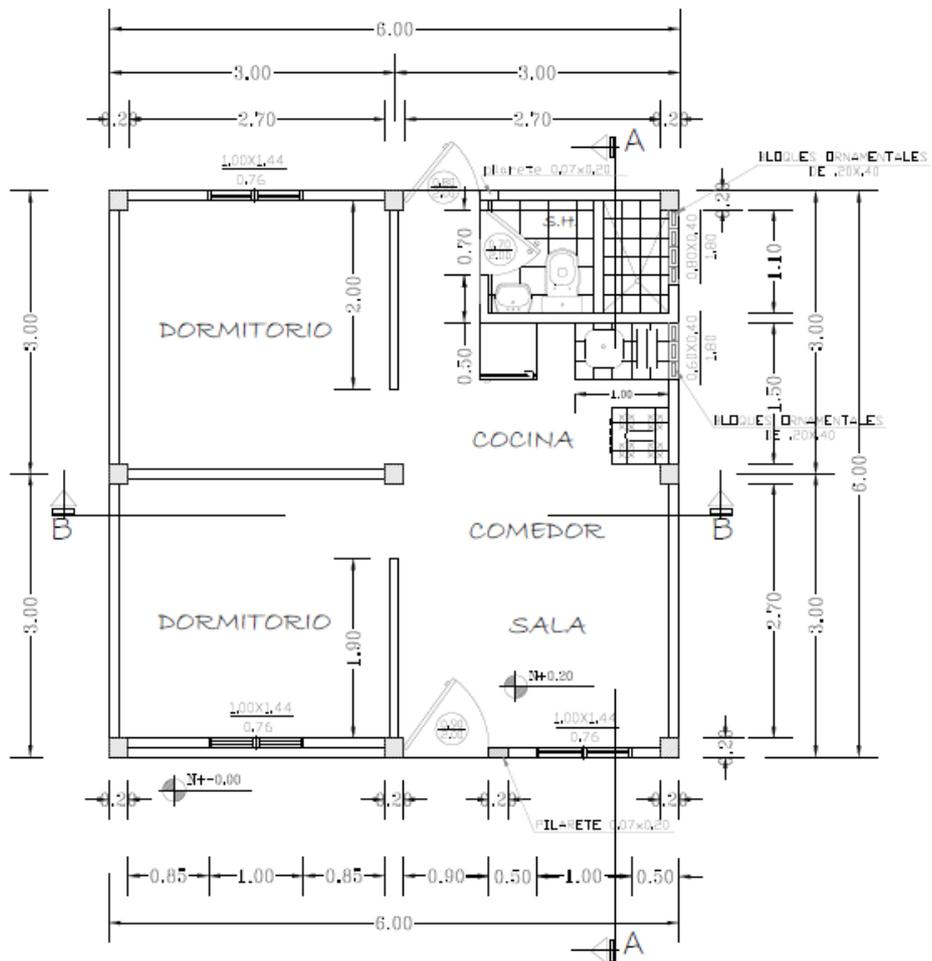
CAPITULO 4

4. ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Costo de la obra

4.1.1 Presupuesto de una vivienda de interés social con la metodología tradicional

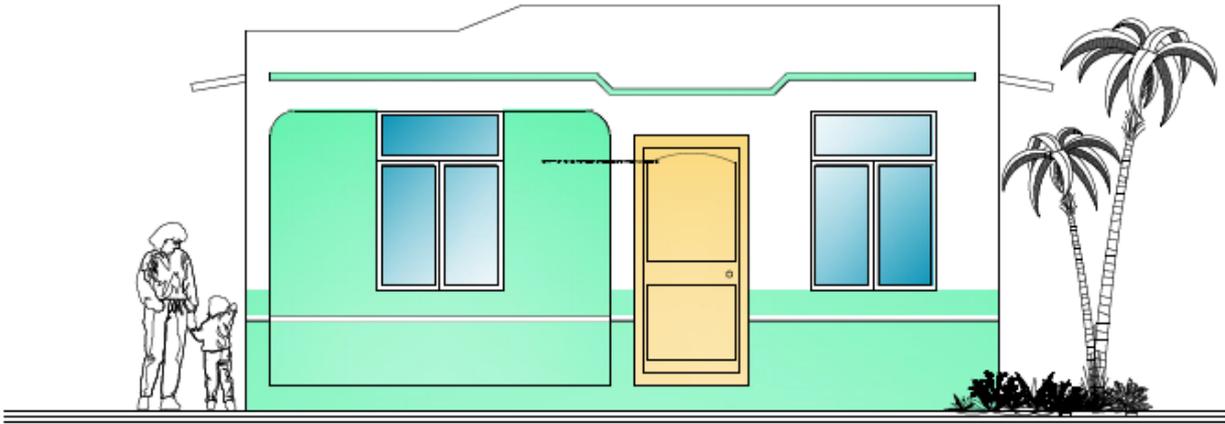
A continuación se presentara el presupuesto de una vivienda de interés social de MIDUVI, de 36 m², la cual es construida con la metodología tradicional.



PLANTA

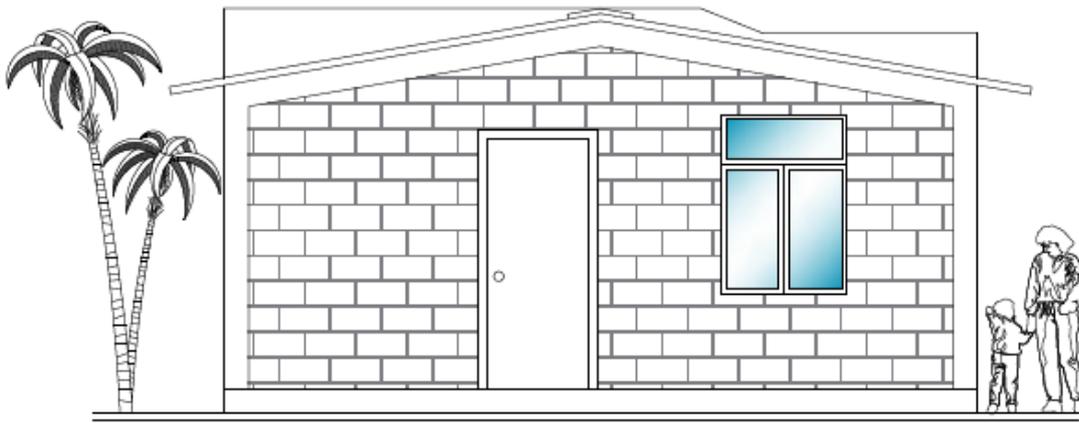
ESCALA -----1:50

Grafico 7. Vista en planta de vivienda de interés social.



FACHADA FRONTAL

ESCALA -----1:50



FACHADA POSTERIOR

ESCALA -----1:50

Grafico 8. Fachada frontal y posterior de vivienda de interés social.

Tabla 2. Presupuesto de vivienda utilizando la metodología tradicional.

**PRESUPUESTO DE VIVENDA
PRECIOS ACTUALIZADOS AL 01 DE ABRIL DEL 2015**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTI.	PRECIO	SUBTOTAL
1	PRELIMINARES				\$ 601.90
1.1	Replanteo y Trazado	m2	36.00	\$ 1.02	\$ 36.83
1.2	Excavación a pulso	m3	21.23	\$ 10.76	\$ 228.39
1.3	Relleno Compactado	m3	15.84	\$ 21.25	\$ 336.68
2	CIMENTACIÓN				\$ 993.08
2.1	Replanteo	m3	1.584	\$ 136.77	\$ 216.64
2.2	Plintos	m3	0.951	\$ 428.15	\$ 407.17
2.3	Riostras	m3	0.648	\$ 569.86	\$ 369.27
3	ESTRUCTURA				\$ 1,369.76
3.1	Columnas	m3	1.14	\$ 685.22	\$ 781.15
3.2	Vigas de cubierta	m3	0.313	\$ 732.81	\$ 229.30
3.3	Antepechos, dinteles y pilaretes	ml	17.70	\$ 20.30	\$ 359.31
4	CUBIERTA				\$ 325.90
4.1	Cubierta		44.89	\$ 7.26	\$ 325.90
5	MAMPOSTERIA				\$ 1,344.75
5.1	Paredes exteriores	m2	43.31	\$ 20.34	\$ 880.93
5.2	Paredes interiores	m2	20.26	\$ 20.34	\$ 412.09
5.3	Patas mesón	u	2.00	\$ 15.06	\$ 30.12
5.4	Tina de baño	ml	1.20	\$ 18.01	\$ 21.61
6	ENLUCIDOS				\$ 2,512.51
6.1	Paredes exteriores	m2	56.14	\$ 21.79	\$ 1,223.29
6.2	Paredes interiores	m2	88.86	\$ 13.86	\$ 1,231.60
6.3	Tina de baño	ml	1.20	\$ 35.84	\$ 43.01
6.4	Mesón de cocina	ml	1.00	\$ 14.61	\$ 14.61
7	INSTALACIÓN ELÉCTRICA				\$ 679.17
7.1	Punto de Luz	u	5.00	\$ 55.71	\$ 278.54
7.2	Tomacorriente 110 v.	u	3.00	\$ 45.57	\$ 136.71
7.3	Tablero de Medidor	u	1.00	\$ 69.74	\$ 69.74
7.4	Panel de Distribución	u	1.00	\$ 97.19	\$ 97.19
7.5	Acometida	u	1.00	\$ 96.99	\$ 96.99
8	INSTALACIÓN SANITARIA				\$ 542.01
8.1	Punto de Agua Potable	u	4.00	\$ 44.30	\$ 177.18
8.2	Punto de Agua Servida	u	4.00	\$ 43.41	\$ 173.62
8.3	Tubería AAPP 1/2"	u	5.20	\$ 7.61	\$ 39.57
8.4	Tubería AASS 4"	u	5.20	\$ 8.77	\$ 45.61
8.5	Caja de Registro	u	2.00	\$ 53.02	\$ 106.03
9	PIEZAS SANITARIAS				\$ 273.14
9.1	Inodoro	u	1.00	\$ 94.35	\$ 94.35
9.2	Lavatorio	u	1.00	\$ 65.40	\$ 65.40
9.3	Lavadero de cocina	u	1.00	\$ 71.50	\$ 71.50

9.4	Ducha y rejilla de piso	u	1.00	\$ 41.89	\$ 41.89
10	PISOS				\$ 675.44
10.1	Contrapiso alisado	m2	33.27	\$ 20.30	\$ 675.44
11	CARPINTERIA				\$ 1,085.35
11.1	Puertas Exteriores	u	2.00	\$ 223.66	\$ 447.32
11.2	Puertas Interiores	u	3.00	\$ 212.68	\$ 638.03
12	ALUMINIO Y VIDRO				\$ 403.35
12.1	Ventanas	u	3.00	\$ 134.45	\$ 403.35
13	PINTURA				\$ 876.56
13.1	Exterior	m2	56.14	\$ 6.94	\$ 389.61
13.2	Interior	m2	88.86	\$ 5.48	\$ 486.95

TOTAL **\$ 11,682.90**

La vivienda que fue considerada para el presupuesto anterior es una vivienda del MIDUVI, con un área de construcción de 36m² lo cual nos da un valor del m² de construcción de \$324.52

4.1.2 Presupuesto de construcción aplicando la metodología SIP

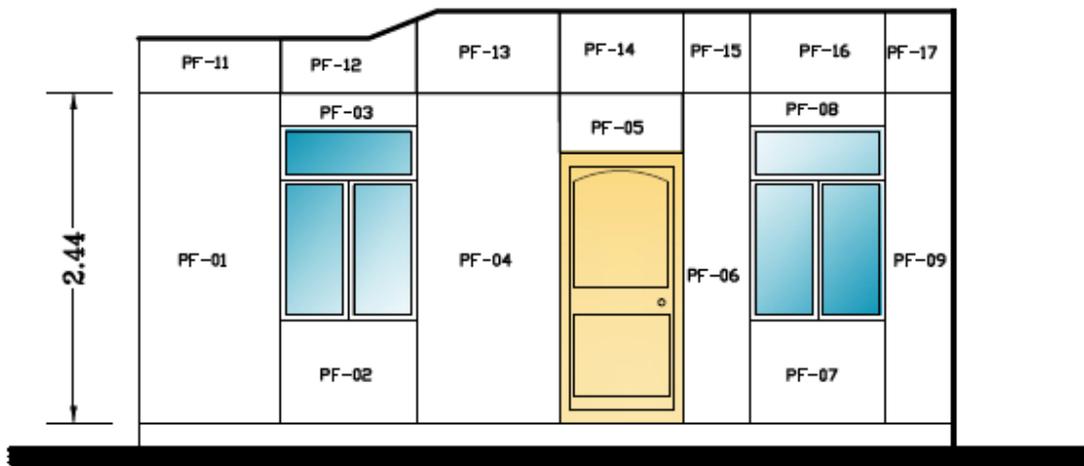
A continuación se considera la misma vivienda, habiendo adaptado la arquitectura de la misma al sistema constructivo SIP.



PLANTA

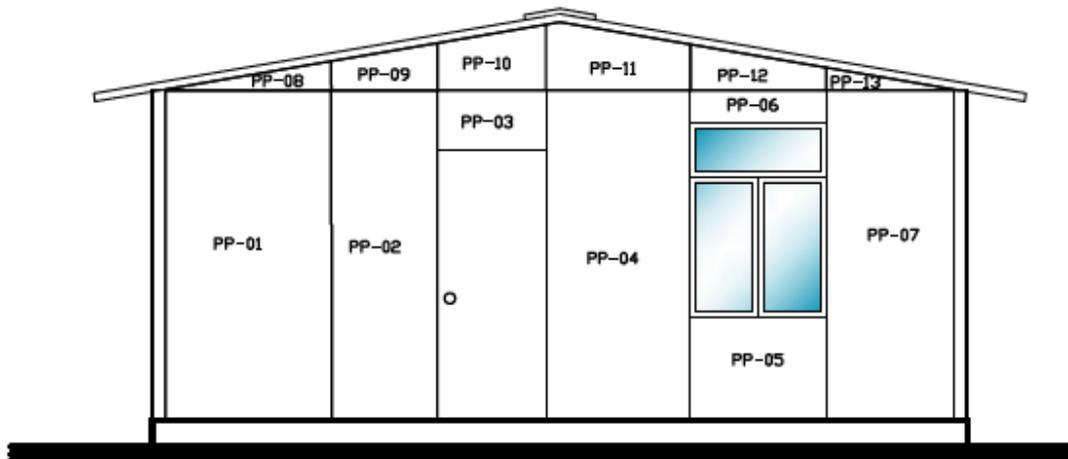
ESCALA -----1:50

Grafico 9. Vista en planta de vivienda panelizada SIP



FACHADA FRONTAL

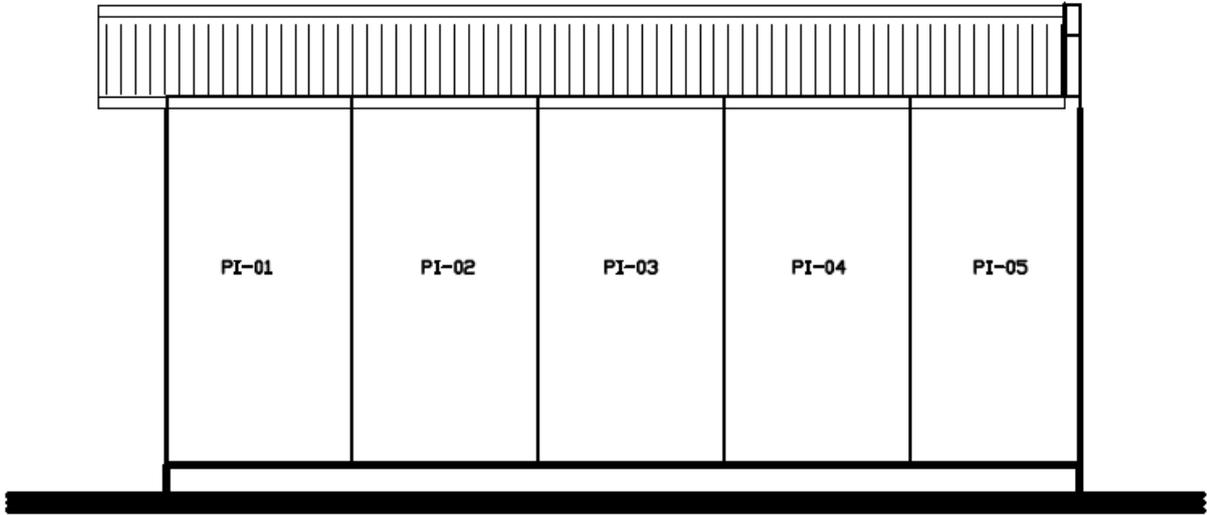
ESCALA -----1:50



FACHADA POSTERIOR

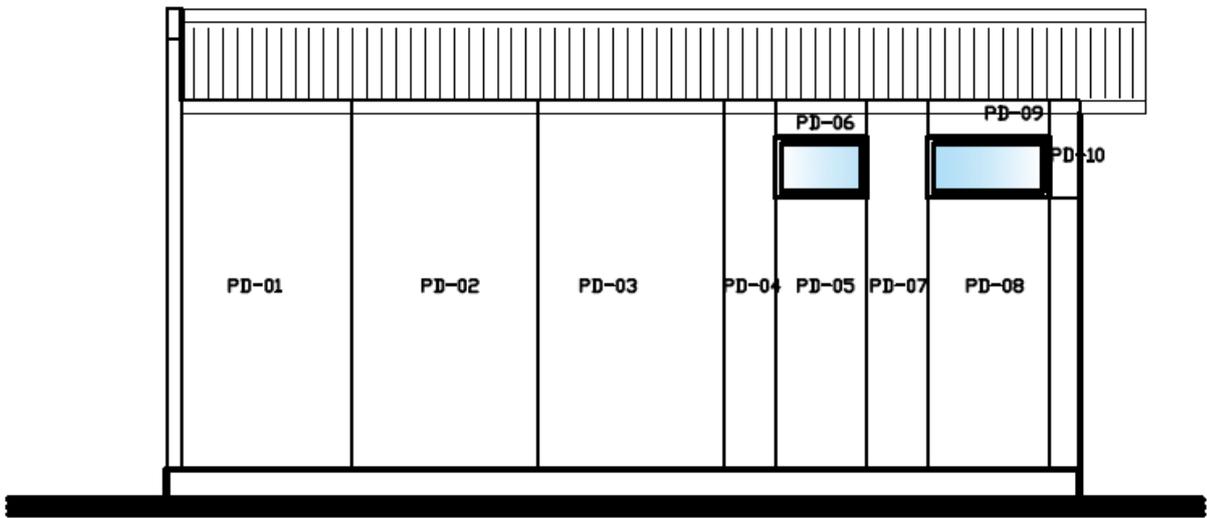
ESCALA -----1:50

Grafico 10. Fachadas de vivienda panelizada SIP



FACHADA LATERAL IZQUIERDA

ESCALA -----1:50



FACHADA LATERAL DERECHA

ESCALA -----1:50

Tabla 3. Presupuesto de vivienda utilizando a metodología SIP

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UINTARIO	SUBTOTAL
1	PRELIMINARES				\$ 421.33
1.1	Replanteo y Trazado	m2	36.00	\$ 1.02	\$ 36.83
1.2	Excavación a pulso	m3	14.40	\$ 10.76	\$ 154.95
1.3	Relleno Compactado	m3	10.80	\$ 21.25	\$ 229.55
2	CIMENTACIÓN				\$ 1,069.35
2.1	Replanteo	m3	1.58	\$ 136.77	\$ 216.64
2.2	Losa de cimentacion	m3	4.32	\$ 197.39	\$ 852.71
3	PANELES ESTRUCTURALES EN PAREDES				\$ 2,905.13
3.1	Paredes paneles SIP	m2	77.72	\$ 35.15	\$ 2,731.55
3.2	Marcos de ventanas	u	5.00	\$ 34.71	\$ 173.57
3.3	Marcos de puertas	u	3.00	\$ 34.84	\$ 104.51
4	CUBIERTA				\$ 3,191.24
4.1	Paneles SIP en cubierta	m2	44.89	\$ 71.09	\$ 3,191.24
5	REVESTIMIENTOS DE PAREDES				\$ 1,546.33
5.1	Paredes exteriores	m2	109.44	\$ 10.50	\$ 1,148.62
5.2	Paredes interiores	m2	46.00	\$ 8.65	\$ 397.71
6	INSTALACIONES ELÉCTRICA				\$ 679.17
6.1	Punto de Luz	u	5.00	\$ 55.71	\$ 278.54
6.2	Tomacorriente 110 v.	u	3.00	\$ 45.57	\$ 136.71
6.3	Tablero de Medidor	u	1.00	\$ 69.74	\$ 69.74
6.4	Panel de Distribución	u	1.00	\$ 97.19	\$ 97.19
6.5	Acometida	u	1.00	\$ 96.99	\$ 96.99
7	INSTALACIONES SANITARIA				\$ 542.01
7.1	Punto de Agua Potable	u	4.00	\$ 44.30	\$ 177.18

Grafico 11. Fachadas de vivienda panelizada SIP.

7.2	Punto de Agua Servida	u	4.00	\$ 43.41	\$ 173.62
7.3	Tubería AAPP 1/2"	u	5.20	\$ 7.61	\$ 39.57
7.4	Tubería AASS 4"	u	5.20	\$ 8.77	\$ 45.61
7.5	Caja de Registro	u	2.00	\$ 53.02	\$ 106.03

8	PIEZAS SANITARIAS				\$ 273.14
8.1	Inodoro	u	1.00	\$ 94.35	\$ 94.35
8.2	Lavatorio	u	1.00	\$ 65.40	\$ 65.40
8.3	Lavadero de cocina	u	1.00	\$ 71.50	\$ 71.50
8.4	Ducha y rejilla de piso	u	1.00	\$ 41.89	\$ 41.89
9	PISOS				\$ 675.44
9.1	Contrapiso alisado	m2	33.27	\$ 20.30	\$ 675.44
10	CARPINTERIA				\$ 1,085.35
10.1	Puertas Exteriores	u	2.00	\$ 223.66	\$ 447.32
10.2	Puertas Interiores	u	3.00	\$ 212.68	\$ 638.03
11	ALUMINIO Y VIDRO				\$ 403.35
11.1	Ventanas	u	3.00	\$ 134.45	\$ 403.35

TOTAL \$ 12,791.83

La vivienda considerada tiene un área de 36 m2, lo cual haciendo la respectiva división, nos da un valor de \$355.33 por cada m2.

Como se puede ver en los presupuestos anteriormente descritos, la construcción con la metodología tradicional es más barata, en un 9% esto debido a que los materiales utilizados en los paneles SIP tienen un costo elevado. El costo de estos paneles es elevado debido a que en nuestro país los paneles no se venden ya fabricados y listos para ser puestos en obra. Para elaborar los mismos es necesario reunir los componentes (OSB, Poliuretano, y un pegamento especial para unir estos dos) y utilizando estos, fabricar los paneles en un taller. Caso contrario se tendrían que importar los mismos desde países vecinos en los cuales esta tecnología está más avanzada. A demás para construir con esta metodología es necesario que la cimentacion esté constituida por una losa de cimentacion lo cual encarece a este rubro con respecto a los plintos. Adicionalmente, en la cubierta se han considerado paneles SIP,

los cuales ofrecen mayores ventajas que una cubierta tradicional pero son más costosos.

La mayoría de los rubros en el presupuesto de construcción SIP son los mismos que para la vivienda tradicional. Por lo que estos rubros no fueron analizados con mayor detalle.

A continuación se muestran los análisis de precios unitarios mediante los cuales se determinó su precio

4.2 Tiempo de ejecución de la obra

A continuación se presentara un cronograma con los tiempos planificados para la construcción de una vivienda de interés social utilizando la metodología tradicional.

Luego este será comparado con el cronograma de obra para la misma vivienda utilizando el sistema de construcción SIP.

Tabla 4. Cronograma de obra con la metodología tradicional

CÓDIGO	DESCRIPCION	SUB TOTALES	% Del Rubro	TIEMPO EN SEMANAS						
				SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	
1.-	PRELIMINARES	601.90	7.66%	601.90						
2.-	CIMENTACIÓN	993.08	12.63%		993.08					
3.-	ESTRUCTURA	1,369.76	17.43%			1,369.76				
4.-	CUBIERTA	325.90	4.15%				325.90			
5.-	MAMPOSTERIA	880.93	11.21%			440.46	440.46			
6.-	ENLUCIDO	1,223.29	15.56%					1,223.29		
7.-	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	278.54	3.54%		139.27			139.27		
8.-	INSTALACIÓN SANITARIA	177.18	2.25%		88.59			88.59		
9.-	PIEZAS SANITARIAS	94.35	1.20%							94.35
10.-	PISOS	675.44	8.59%				675.44			
11.-	CARPINTERIA	447.32	5.69%					447.32		
12.-	ALUMINIO Y VIDRIO	403.35	5.13%							403.35
13.-	PINTURA	389.61	4.96%							389.61
TOTAL		7,860.62	100.00%							
FECHA	21/08/12	MONTO	PARCIAL	601.90	1,220.94	1,810.22	1,441.80	1,898.47	887.30	
			ACUMULADO	601.90	1,822.83	3,633.05	5,074.86	6,973.32	7,860.62	
PROPONENTE	Ing Renato Gomez	PORCENTAJE	PARCIAL	7.66%	15.53%	23.03%	18.34%	24.15%	11.29%	
			ACUMULADO	7.66%	23.19%	46.22%	64.56%	88.71%	100.00%	

Tabla 5. Cronograma de obra con la Metodología SIP

CÓDIGO	DESCRIPCION	SUB TOTALES	% Del Rubro	TIEMPO EN SEMANAS			
				SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
1.-	PRELIMINARES	421.33	3.29%	421.33			
2.-	CIMENTACIÓN	1,069.35	8.36%		1,069.35		
3.-	PANELES ESTRUCTURALES EN PANELES	2,905.13	22.71%			2,905.13	
4.-	CUBIERTA	3,191.24	24.95%				3,191.24
5.-	REVESTIMIENTO DE PAREDES	1,546.33	12.09%			773.16	773.16
6.-	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	679.17	5.31%		339.58	339.58	
7.-	INSTALACIÓN SANITARIA	542.01	4.24%		271.01	271.01	
8.-	PIEZAS SANITARIAS	273.14	2.14%		136.57	136.57	
9.-	PISOS	675.44	5.28%				675.44
10.-	CARPINTERIA	1,085.35	8.48%			1,085.35	
11.-	ALUMINIO Y VIDRIO	403.35	3.15%				403.35
TOTAL		12,791.83	100.00%				
FECHA	21/08/12	MONTO	PARCIAL	421.33	1,816.51	5,510.80	5,043.19
			ACUMULADO	421.33	2,237.84	7,748.64	12,791.83
PROPONENTE	Ing Renato Gomez	PORCENTAJE	PARCIAL	3.29%	14.20%	43.08%	39.43%
			ACUMULADO	3.29%	17.49%	60.57%	100.00%

En cuanto al tiempo de ejecución de la obra podemos observar que utilizando la metodología SIP se puede reducir los tiempos de construcción hasta en un 25% en la construcción de una vivienda tipo. Esta metodología puede incrementar aún más la optimización del tiempo en proyectos de gran escala, en donde se construyan viviendas tipo repetitivamente. Al reducir los tiempos de construcción se reduce por consiguiente el costo indirecto de la obra el cual representa aproximadamente un 10% dependiendo del proyecto.

4.3 Calidad y especificaciones técnicas del sistema constructivo SIP

Con respecto a la humedad en los paneles SIP, como con cualquier estructura de madera, hay que tomar en cuenta consideraciones especiales para proteger la misma del contacto con el agua.

Según el capítulo 8 de la NEC-15, las estructuras de madera pueden ser protegidas de la acción del agua mediante los siguientes métodos:

- Mediante consideraciones especiales en el diseño arquitectónico se puede evitar el contacto de la madera con el agua
- Para prevenir condensación es necesario evitar que existan espacios sin ventilación dentro de la vivienda. Y en lugares con humedad con baños y cocinas, impermeabilizar con recubrimientos
- Muros exteriores deben ser protegidos mediante el uso de aleros y deflectores

En la siguiente imagen se puede apreciar un esquema idealizado de cómo debe ser una vivienda para que este protegida de la acción del agua.

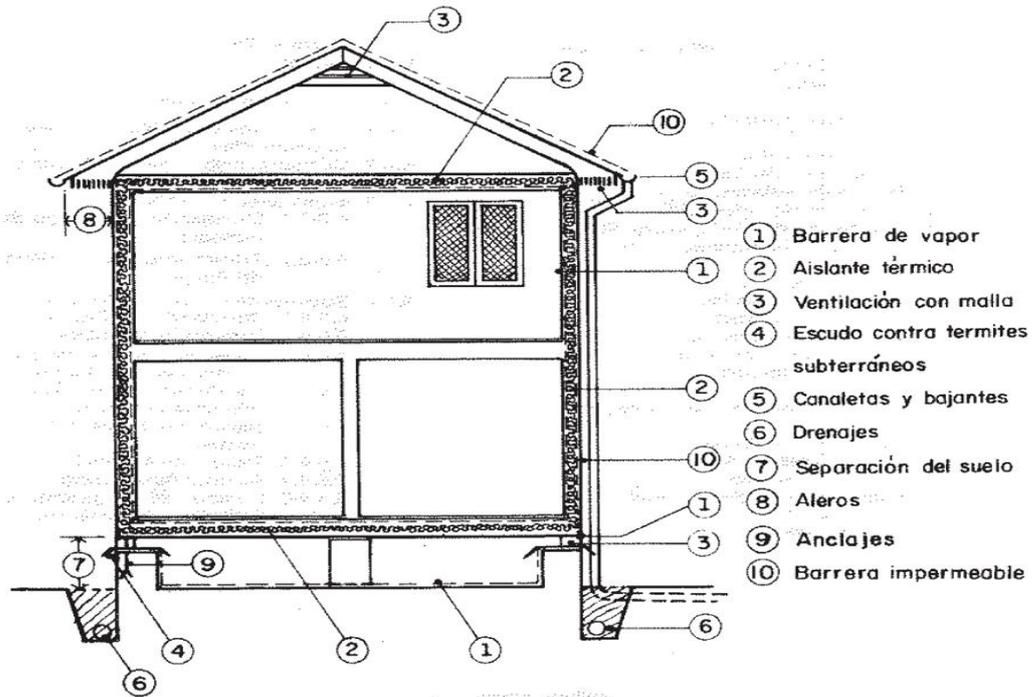


Grafico 12. Esquema de diseño arquitectónico con protección contra agua

En el caso de la cimentación es importante evitar la acción de la capilaridad. Esto se logra colocando una capa de grava de aproximadamente 12 cm bajo la cimentación. Además de esto es necesario aislar la tierra de la losa de cimentación mediante un recubrimiento asfáltico impermeable.

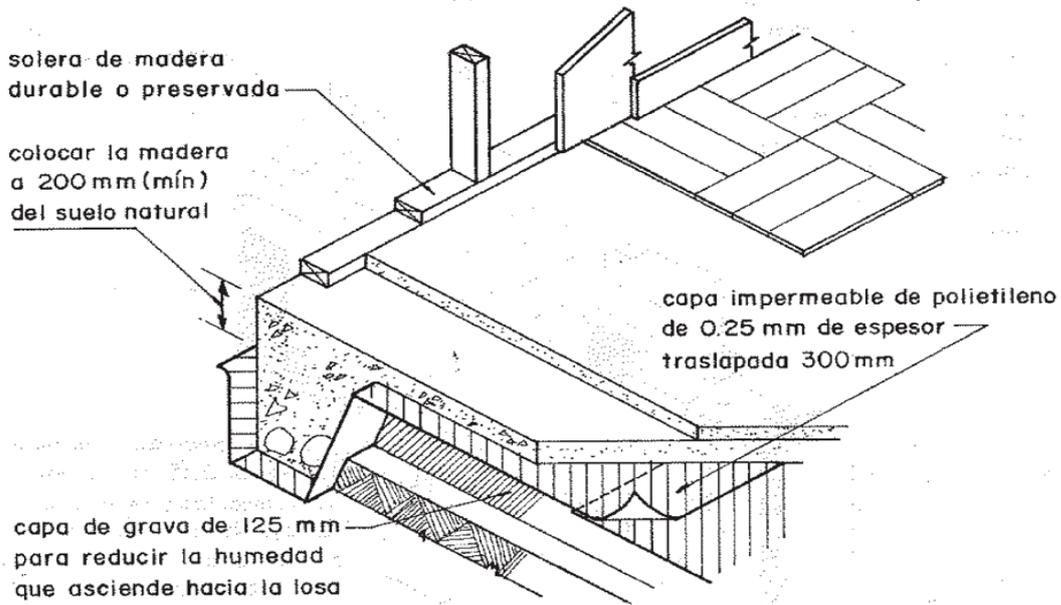


Grafico 13. Protección contra agua en la cimentación

Otra forma de aislar la cimentación de la acción capilar del agua es elevando la misma mediante plintos aislados con un nivel más alto que el del terreno. Tal como se muestra en la figura.

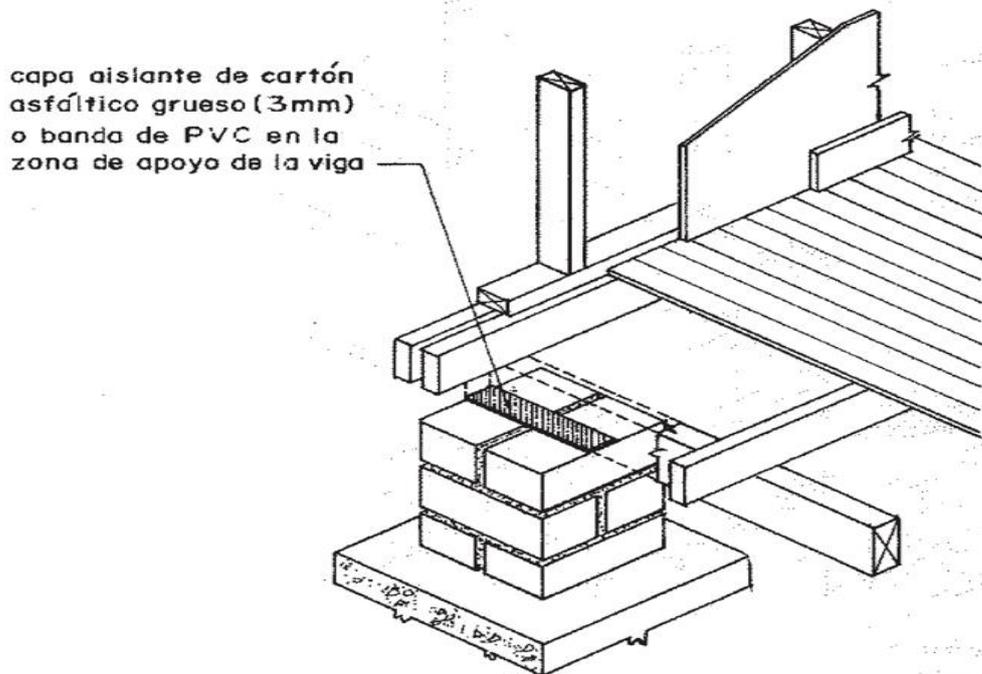


Grafico 14. Cimentación elevada de la cota del terreno

Con respecto a la calidad de la obra se puede ver en los ensayos realizados que el material posee buena resistencia a las principales solicitaciones estructurales en una vivienda de este tipo.

Las características de resistencia estructural de los paneles ya han sido estudiadas y comprobadas en otros países. Por tanto la resistencia a flexión, y cargas axiales debidas al peso de la estructura y debido a cargas vivas no serán analizadas con mayor detalle. Tal no es el caso con la carga por sismo debido a que en nuestro país las condiciones geológicas son diferentes. En el Ecuador es un tema muy importante a tomar en cuenta la resistencia contra el sismo de diseño especificado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15.

Para comprobar la integridad estructural y la estabilidad de una vivienda con la metodología constructiva SIP, se procedió a realizar un análisis de resistencia al sismo.

La metodología que se utilizó fue la propuesta en el capítulo 2 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11.

El resultado fue el siguiente.

“El cortante basal sísmico se debe determinar mediante la siguiente expresión:

$$\underline{V_{base} = ZCW/R}$$

Donde:

- **Z** Factor de zona que depende de la posición geográfica del proyecto y su correspondiente zona sísmica definida en la sección [3, 1, 1](#) de la [NEC-SE-DS](#).
- **C** Coeficiente de respuesta sísmica obtenido según [Tabla 2](#).
- **W** Peso sísmico efectivo de la estructura, igual a la carga muerta total de la estructura más un 25% de la carga viva d piso (véase la [NEC-SE-CG](#)) En el caso de estructura de bodegas o de almacenaje, W se calcula como carga muerta más un 50% de la carga viva de piso.

- **R** Factor de reducción de resistencia sísmica; se debe adoptar de los valores establecidos en la [Tabla 3](#). Según el sistema estructural adoptado”

(Camara de la industria de la construccion, 2015)

Se va a suponer que la vivienda propuesta está ubicada en la provincia del Guayas. Ya que esta provincia en el mapa está ubicada en una zona cuyo color es naranja, se considera un factor de zona Z de 0.40

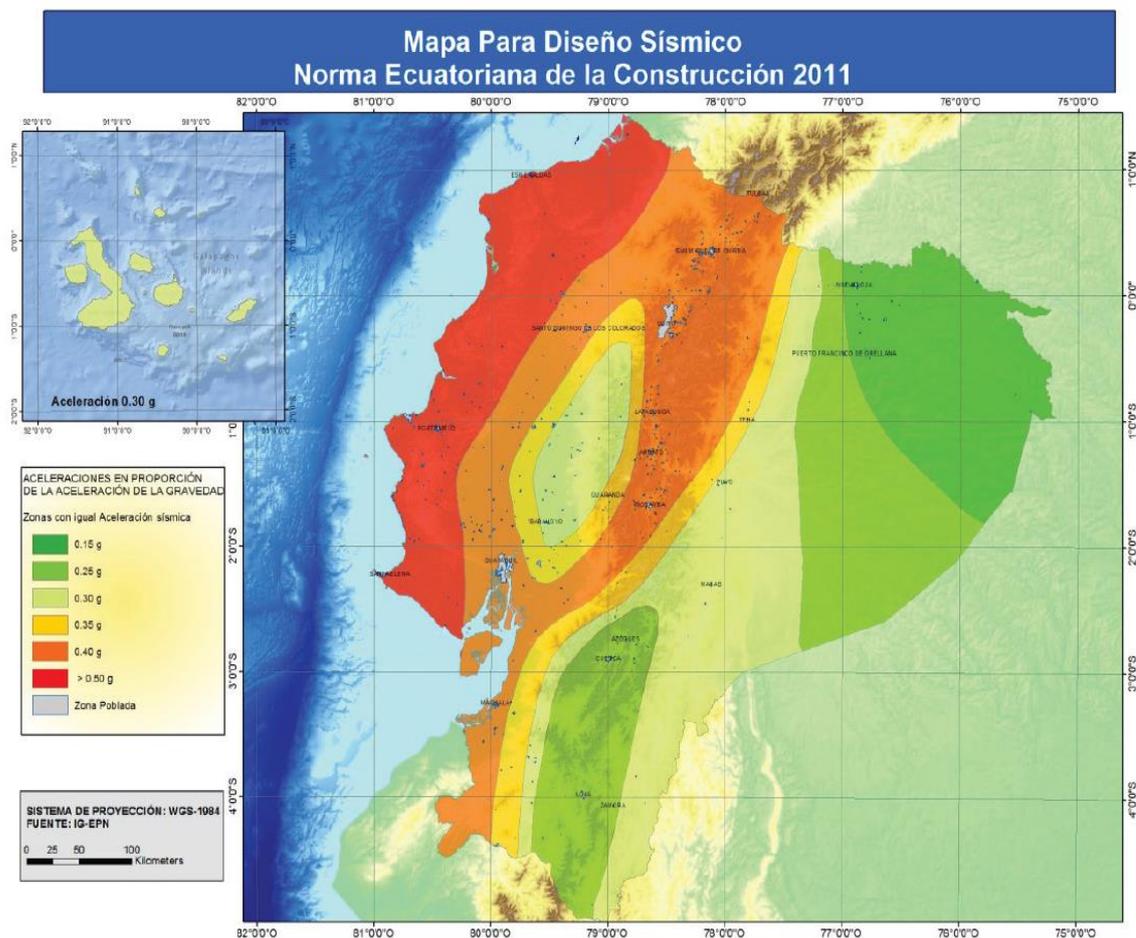


Ilustración 3. Mapa de riesgo sísmico del Ecuador.

El factor C para la Costa y Galápagos es igual a 2.4 de acuerdo con la normativa Ecuatoriana de la construcción.

El coeficiente R de reducción depende del tipo de construcción que se va a utilizar, en este caso debido a que no existe aún la metodología SIP en la Norma Ecuatoriana de la construcción, se ha tomado una similar de muro portante de hormigón con alma de poliestireno el cual es de 1.5.

Para el cálculo del peso de la estructura se determina el peso de la misma con las propiedades descritas por el fabricante, las cuales son las siguientes:

El peso de cada plancha de SIP es de 48 kg y las dimensiones de la misma son $2.40 \times 1.20 = 2.88 \text{m}^2$, lo cual da un peso de 16.66kg/m^2 .

Por tanto los elementos estructurales que existen en esta casa son la losa de cimentación y la estructura de las paredes y techo de la vivienda las cuales están compuestas por paneles SIP.

El peso de la estructura SIP se puede resumir con la siguiente tabla:

Paneles interiores	23.00 m ²
Paneles exteriores	54.72 m ²
Panales de cubierta	44.89 m ²
AREA TOTAL	122.61 m ²
Peso	16.66 kg/m ²
PESO TOTAL	2042.68 kg
PESO TOTAL	2.04 TON

Entonces el cortante basal se calcula de la siguiente manera:

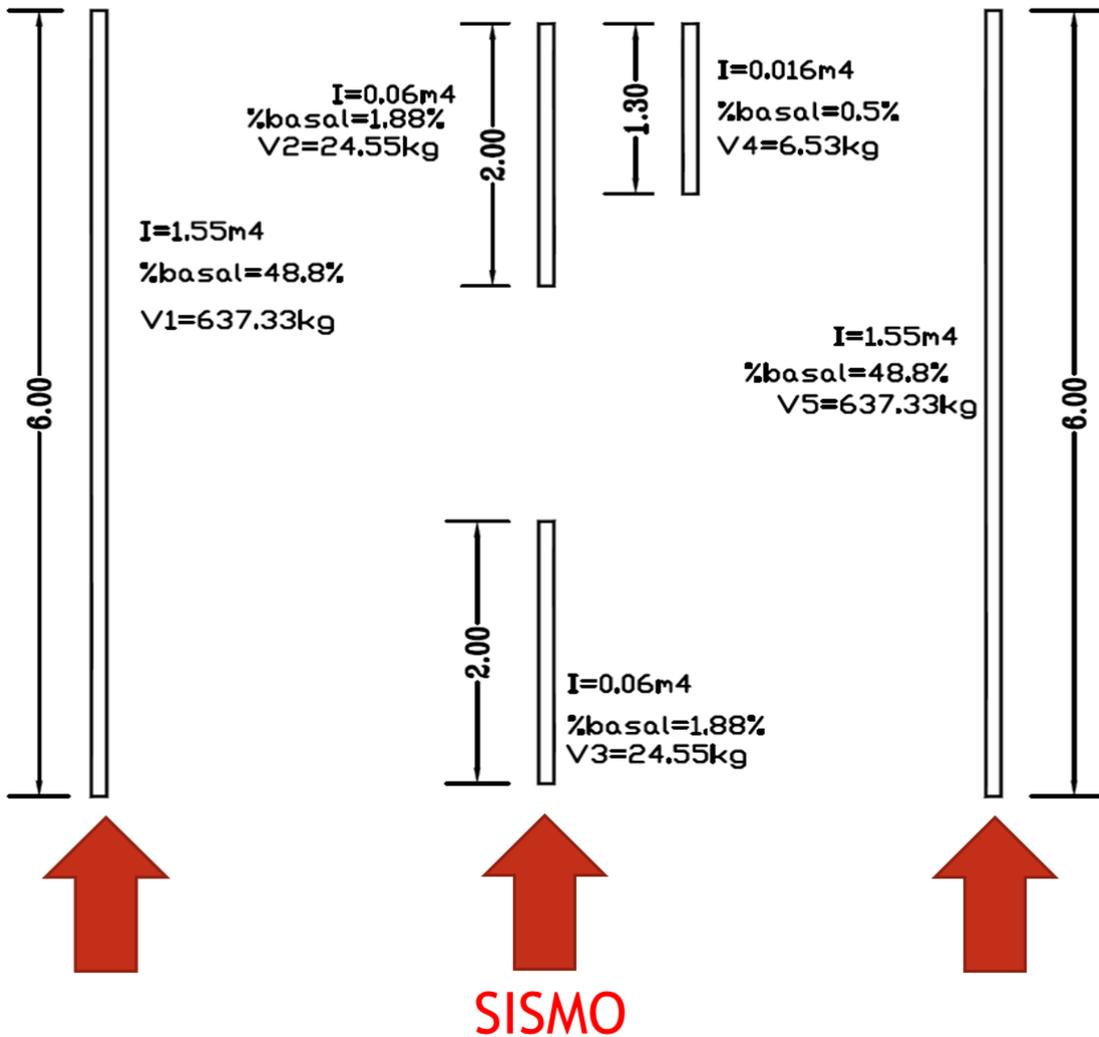
$$V_{\text{base}} = ((0.40) \times (2.40) \times (2.04)) / 1.50$$

$$V_{\text{base}} = 1.306 \text{ ton}$$

Para calcular la resistencia a la acción del sismo por parte de los muros conformados por paneles SIP. Es necesario que se determine la resistencia de los mismos. Además deberá calcularse la distribución de las fuerzas sísmicas en planta de acuerdo con las inercias de cada muro.

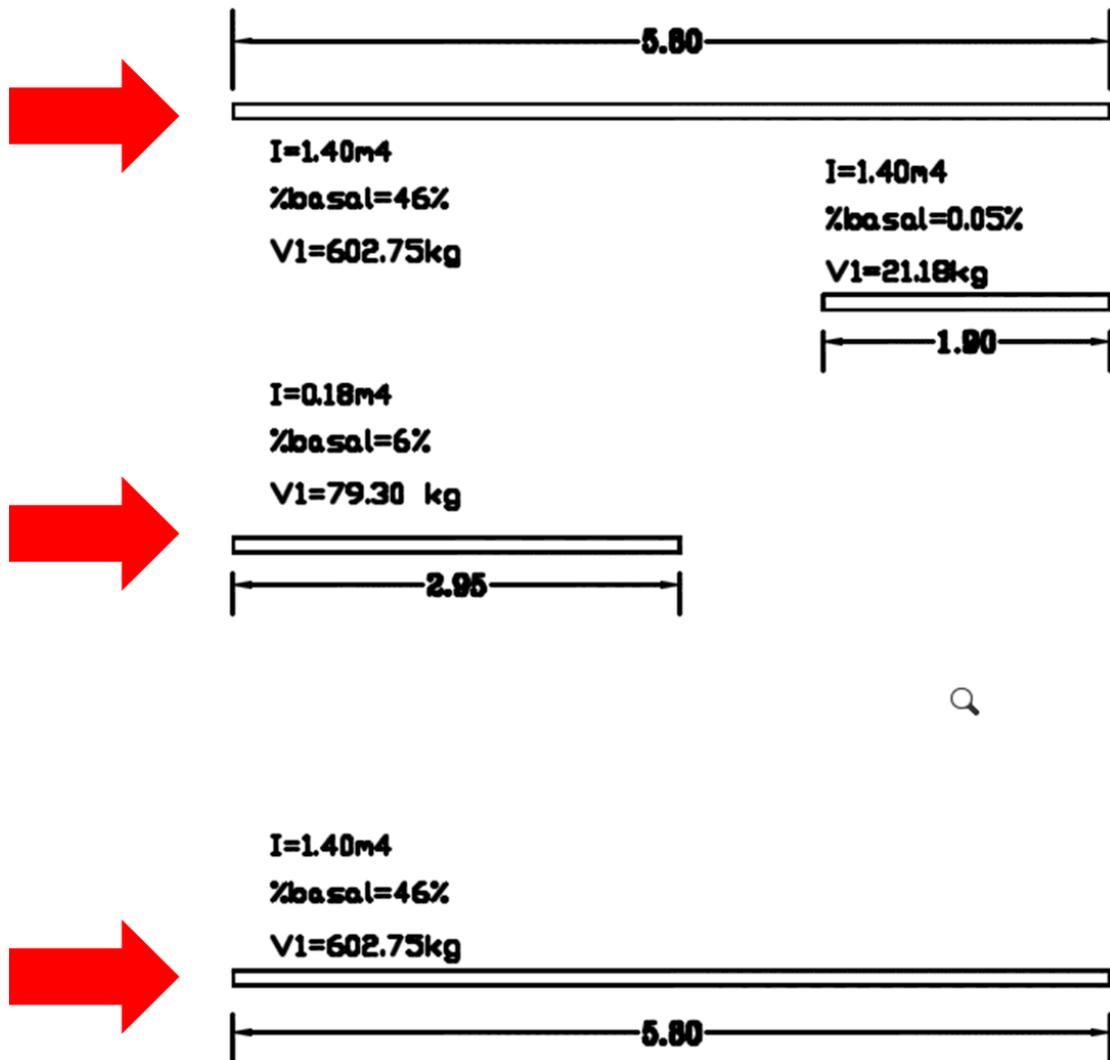
El proceso se describe en el orden anteriormente dicho, y luego se comparan las resistencias con la sollicitación para ver si estas podrán resistir el sismo de diseño.

Las fuerzas sísmicas se calculan primero en una dirección con respecto a los muros de la vivienda. Se comprueba si la resistencia es la deseada. Y luego se procede a realizar el mismo procedimiento en la dirección transversal a la misma.



Resistencia al cortante del \square SB
 $A_v = 0.95 \text{ cm} \times 600 \text{ cm} \times 2$
 $A_v = 1140 \text{ cm}^2$
 \square SB = 23.33 kg/cm²
 $V_c = 23.33 \text{ kg/cm}^2 \times 1140 \text{ cm}^2$
 $V_c = 26600 \text{ kg} > 637.33 \text{ kg}$

Grafico 15. Calculo resistencia muros sentido Y



Resistencia al cortante del \square SB
 $A_v = 0.95\text{cm} \times 580\text{cm} \times 2$
 $A_v = 1102 \text{ cm}^2$
 \square SB= 23.33^{a} kg/cm²
 $V_c = 23.33 \text{ kg/cm}^2 \times 1102\text{cm}^2$
 $V_c = 25676\text{kg} > 602.75\text{kg}$

Grafico 16. Calculo de la resistencia de muros en sentido X

Tal como se puede apreciar en los resultados la fuerza resistente de los muros es mayor a la calculada con Norma Ecuatoriana de construcción, para la zona de Guayas. Esto se debe principalmente a que los paneles SIP tienen un peso relativamente bajo y que la relación entre su peso y su resistencia al cortante es muy baja. Lo cual es muy favorable en contra de las acciones sísmicas, ya que al tener una estructura de poco peso representa menor peligro para los posibles ocupantes de la vivienda.

Se puede decir entonces que la metodología SIP ofrece viviendas de una excelente calidad. Estéticamente los paneles pueden ser recubiertos de cualquier revestimiento dándole un buen aspecto a la obra. Además al ser los paneles aislantes térmicos y acústicos, proporcionan un ambiente confortable para la vida diaria. Estructuralmente existen ensayos realizados por diferentes instituciones que comprueban las excelentes propiedades mecánicas de este material. Además, al ser un material ligero representa un menor peligro ante fuerzas sísmicas y realizando un análisis de acuerdo a la metodología de la Norma Ecuatoriana de la construcción se puede determinar que esta metodología puede soportar un sismo satisfactoriamente.

CAPITULO 5

5. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA SITUACION PRÁCTICA

5.1 Conclusiones y recomendaciones

Se concluye que utilizando la metodología SIP se puede lograr construir viviendas de una calidad igual o mayor a las realizadas utilizando la metodología tradicional. Además ofrece ventajas como el aislamiento térmico, el cual puede representar un ahorro a largo plazo por el ahorro en consumo de energía dentro de la vivienda. Adicionalmente debido a que los paneles vienen cortados desde un taller, existe menos imprecisión en las medidas con respecto a los planos realizados por los diseñadores.

Este tipo de construcción cumple con todas las normativas nacionales e internacionales de sismo resistencia y estabilidad estructural.

En tiempo de ejecución de las obras, estas se pueden realizar en periodos de tiempo muy cortos lo cual representa un ahorro para los constructores en costos indirectos. Y más aún si se está realizando un proyecto de viviendas de gran escala, característica de un proyecto de viviendas de interés social.

Con respecto al costo de la obra, este aún sigue siendo más elevado que el de la construcción tradicional. Debido a que en nuestro país la fabricación de estos paneles aún no está industrializada, y los procesos de fabricación de los mismos en talleres especializados encarecen el costo de los mismos. Para obtener paneles pre fabricado sería necesario importar los mismos de países como Chile y Argentina con aranceles que también encarecerían los mismos. Tomando en cuenta todos estos factores la construcción con esta metodología es un 6% más cara que la tradicional, pero las ventajas que se obtiene de la misma pueden representar un ahorro a largo plazo. Una de estas ventajas que representa un ahorro es la eficiencia energética de la vivienda, que lleva un ahorro de energía debido a que los paneles mantienen la temperatura interior de la casa y no es menos necesario el uso de equipos para mantener la temperatura.

Con todas estas características a favor se puede decir que es factible económicamente y técnicamente aplicar esta metodología en nuestro territorio. Considerando que a medida que esta gane popularidad sus beneficios van a ser mayores.

Además, a medida que esta metodología sea más conocida y gane espacio dentro del mercado Ecuatoriano, se desarrolle industrialmente la fabricación de los paneles. Ofreciendo incentivos por parte del gobierno para aquellas personas que deseen emprender la fabricación de estos paneles que representan una tecnología excelente en la construcción de viviendas de interés social.

Actualmente en el Ecuador no existe mano de obra capacitada para estos trabajos por lo que al principio se entrara en un proceso de conocimiento y socialización de la misma. Los fabricantes de estas tecnologías ofrecen capacitaciones para las personas interesadas en utilizar este tipo de construcción en sus proyectos.

Una vez que esta metodología sea más conocida por la mano de obra en el Ecuador se podrán apreciar sus grandes ventajas y su aplicación se incrementara hasta convertirse en la solución óptima para la construcción de viviendas de interés social en el país.

BIBLIOGRAFIA

Camara de la industria de la construccion. (2015). *Norma Ecuatoriana de la construccion capitulo 10 viviendas de hasta 2 pisos*. Quito: CAMICON.

Camara de la industria de la construccion. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construccion Capitulo 8 Estructuras de madera*. Quito : CAMICON.

LP BUILDING PRODUCTS. (2014). *Manual practico de construcciones LP*. Santiago de Chile: LP BUILDING PRODUCTS.

PDT REFORT. (1984). *Manual de diseno de maderas del grupo Andino*. Cartagena: Junta del acuerdo de Cartagena.

Structural Insulated Panel Association. (2015, Mayo). *SIP*. Retrieved from SIP: <http://www.sips.org/>

Tecno Panel Chile. (2015, Mayo). Retrieved from Tecno Panel Chile: <http://www.tecnopanel.cl/>

Winter Panel Chile. (2015, Mayo). Retrieved from Winter Panel Chile: <http://www.winterpanel.cl/>