



**UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPIRITU SANTO**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL**

**INGENIERÍA DE VALOR COMO HERRAMIENTA PARA  
IMPLEMENTACIÓN DE NORMAS LEED EN EDIFICACIONES  
RESIDENCIALES**

**Trabajo de investigación que se presenta como requisito previo a  
optar el grado de Ingeniero Civil**

**Autor: Marly Madeley Cevallos Vergara**

**Tutor: Ing. Andrés Cedeño, M.Sc**

**Samborondón, 2019**

## **CERTIFICACIÓN FINAL DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del estudiante Marly Madeley Cevallos Vergara, que cursa estudios en la escuela de Ingeniería Civil, dictado en la Facultad de Arquitectura de la UEES.

### **CERTIFICO:**

Que he revisado el trabajo de titulación con el título: "INGENIERÍA DE VALOR COMO HERRAMIENTA PARA IMPLEMENTACIÓN DE NORMAS LEED EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES". presentado por el estudiante Marly Cevallos Vergara con cédula de identidad No. 0931074280, como requisito previo para optar por el Grado Académico de Ingeniero Civil, y considero que dicho trabajo investigativo ha incorporado y corregido las sugerencias y observaciones solicitadas por los miembros del tribunal, por lo tanto reúne los requisitos y méritos suficientes, necesarios de carácter académico y científico, para presentarse a la defensa final.

Tutor: Ing. Andrés Cedeño Tutiven. Msc.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por guiarme siempre en el camino, por permitirme contar con una familia incondicional la cual siempre tiene una palabra de aliento cimentada en los principios de Dios y a las personas que me rodean quienes son una parte fundamental para el crecimiento espiritual y personal. Gracias a ellos he tenido la fortaleza para continuar a pesar de las complicaciones que se presentan en la vida y finalmente culminar la etapa universitaria.

## Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| Resumen .....                                      | 8  |
| CAPITULO 1.....                                    | 10 |
| 1. Generalidades.....                              | 10 |
| 1.1. Introducción.....                             | 10 |
| 1.2. Antecedentes .....                            | 13 |
| 1.3. Planteamiento del problema.....               | 14 |
| 1.4. Objetivo general .....                        | 16 |
| 1.5. Objetivos específicos.....                    | 16 |
| 1.6. Justificación.....                            | 17 |
| CAPITULO 2.....                                    | 18 |
| 2.0 Marco Teórico.....                             | 18 |
| 2.1 Construcción Sostenible.....                   | 18 |
| 2.2 Certificación LEED .....                       | 20 |
| 2.2.1 Proceso Integrador.....                      | 23 |
| 2.2.2 Localización y Transporte.....               | 23 |
| 2.2.3 Sitios Sostenibles .....                     | 24 |
| 2.2.4 Eficiencia del Agua.....                     | 24 |
| 2.2.5 Energía y Atmosfera.....                     | 24 |
| 2.2.6 Materiales y Recursos.....                   | 25 |
| 2.2.7 Calidad Ambiental Interior .....             | 26 |
| 2.2.8 Innovación.....                              | 27 |
| 2.2.9 Puntaje Certificación LEED .....             | 27 |
| 2.2.10 Problemas Generales para cumplir LEED ..... | 30 |
| 2.3 Ingeniería de Valor .....                      | 31 |
| 2.3.1 Procedimiento para el diseño.....            | 31 |
| 2.3.2 Costos .....                                 | 32 |
| 2.3.3 Forma creativa de Ingeniería de Valor .....  | 33 |
| CAPITULO 4.....                                    | 35 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 4.1     | Metodología.....   | 35 |
| 4.1.1   | Fase de Información.....   | 35 |
| 4.1.2   | Objetivo de Estudio .....  | 38 |
| 4.1.3   | Generación de Alternativas y Análisis de Funciones para<br>cumplimiento de LEED .....                | 39 |
|         | Definición de las condiciones presentes y deseadas .....   | 39 |
| 4.1.4   | Fase analítica de evaluación y desarrollo de propuestas.....   | 41 |
| 4.1.5   | Desarrollo de propuestas .....   | 44 |
| 4.1.5.1 | Steel Frame.....   | 45 |
|         | Estructura con Steel Frame .....   | 45 |
| 4.1.5.2 | Paneles de Hormigón Alivianado .....   | 53 |
| 4.1.5.3 | Hormi2 .....   | 56 |
| 4.1.6   | Presentación de alternativas para cumplimiento de LEED con<br>aplicación de Ingeniería de Valor..... | 66 |
|         | CAPITULO 5.....  | 75 |
| 5.1     | Conclusiones.....  | 75 |
| 5.2     | Recomendaciones.....   | 76 |
|         | Bibliografía.....  | 78 |
|         | Anexos .....   | 80 |

## Indice de Tabla

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Ejemplo de pensamiento constructivo tradicional y con Ingeniería de Valor.....                           | 11 |
| Tabla 2 Sistema de puntuación LEED .....   | 29 |
| Tabla 3. Materiales a utilizar en la Etapa Cristina Villa España 2 .....   | 36 |
| Tabla 5. Materiales a utilizar en la Casa Urb. Península .....   | 38 |
| Tabla 6 Objetivo de Estudio.....   | 38 |
| Tabla 7. Definición de las condiciones presentes y deseadas...   | 39 |
| Tabla 8. Condiciones deseadas.....   | 40 |
| Tabla 9. Criterios que se evalúan de acuerdo a la certificación LEED.....  | 41 |
| Fig 5. Casa Steel Frame .....  | 53 |
| Fig 6. Vivienda con Steel Frame. ....  | 53 |
| Tabla 11 Tabla de espesores .....  | 63 |
| Fig 11 Detalle de Perfilería Hormi2.....   | 64 |
| Tabla 12 Tipos de paneles Hormi2 .....   | 65 |
| .....  | 69 |
| Tabla 13. Análisis de Sistema Constructivo con Ingeniería de Valor Vivienda “Cristina” Villa España 2.....       | 69 |
| Tabla 14 Calificación LEED Vivienda “Cristina” Villa España 2  | 70 |
| Tabla 15. Análisis de Sistema Constructivo con Ingeniería de Valor Vivienda “Scarlett” – Sambocity.....          | 71 |
| Tabla 16. Certificación LEED Vivienda “Scarlett” – Sambocity .....   | 72 |
| .....  | 72 |
| Tabla 17. Análisis de Sistema Constructivo con Ingeniería de Valor Vivienda Urbanización Península – Mocolí..... | 73 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 18. Certificación LEED Vivienda Urbanización<br>Península – Mocolí..... | 74 |
| Tabla 18 Detalle de resultados .....  | 75 |

### **Contenido de Figuras**

|   |  |
|---|--|
| Fig1 Cimentación húmeda, Termosteel Ecuador .....   | 48   |
| Fig 2. Construcción Seca .....  | 49   |
| Fig 3. Cimentación Sanitaria, Termosteel Ecuador .....  | 49   |
| Fig 4. Estructura Steel Frame, Termosteel.....  | 50   |
| Fig 5. Casa Steel Frane<br>Steel Frame  | ... Fig 6. Vivienda con<br>Steel Frame<br>53 |
| Fig 7 Detalle de los componentes hormigón alivianado .....                                    | 55   |
| Fig 8 pesos comparativos de una pared terminada con<br>distintos sistemas constructivos ..... | 55   |
| Fig 9 Comparación de producción CO2 .....   | 57   |
| Fig 10 Paneles Hormi2, Manual técnico.....  | 61   |
| Tabla 10 Dimensiones y tolerancias.....   | 62   |

## **Resumen**

Esta investigación se fundamenta en la aplicación de Ingeniería de Valor a las certificaciones LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) residenciales en el área constructiva, para lograr conseguir alternativas constructivas de rápida ejecución en obra, disminuir costo operativos y ser procesos amigables al medio ambiente, siendo así una forma que permita obtener un puntaje de certificación sostenible. Se propone distintas metodologías constructivas, se verifica las características de cada sistema constructivo, se revisa costos de presupuestos para la construcción, una vez unificados estos puntos se continua con la elección de la mejor alternativa para el usuario, constructor y medio ambiente, alcanzando así el objetivo esperado.

### **Palabras claves**

Sostenibilidad, medio ambiente, costo, sistema constructivo, edificaciones.



### **Abstract**

This research is based on the application of Value Engineering to residential LEED certifications, in order to achieve fast execution alternatives on site, reduce operating costs and be environmentally friendly processes, thus being a way to obtain a sustainable certification score. Different construction methodologies are proposed, the characteristics of each construction system are verified, construction budget costs are reviewed. Once these points are unified, the next point is the choice of the best alternative for the user, builder and environment, thus reaching the expected target.

### **Keywords**

Sustainability, environment, cost, constructive system, buildings.

## **CAPITULO 1**

### **1. Generalidades**

#### **1.1. Introducción**

La evolución que vive el mundo constantemente, a producido cambios que van generando un desarrollo obligatorio a la sociedad y al lugar donde se encuentre, como en el caso de construcción de edificaciones. En vista de que el sistema construtivo tradicional no es amigable con el medio ambiente, sea por la producción inicial del producto, el mal manejo del producto durante la utilización, la generación residuos, hacer mal uso de los recursos naturales, contaminar del suelo, agua y aire. Debido a estas causales se han creado sistemas que permitan reducir el impacto ambiental en la industria de la construcción y del entorno donde se situen.

Dicho lo anterior, para lograr mejoras se añade una metodología llamada Ingeniería de Valor, la cual incentiva a realizar cambios a través de la creatividad en los trabajos de ingeniería, permitiendo ganar así mayor funcionalidad, reducción de costos y volviéndose más rentable. Este proceso se realiza a través de una inspección consciente del proyecto con la función esperada y así poder plantear las soluciones posibles que permitan reducir costos mejorando el rendimiento. Cabe destacar que la Ingeniería de Valor esta siendo reconocida en varias partes del mundo como una metodología que permite garantizar el valor de los servicios. En otras palabras, el valor es la relación que existe entre la función y costo, el cual a través de procesos de optimización ayudan aumentar el valor de los elementos que se usan en el proyecto.

Las principales responsabilidades que conlleva la aplicación de Ingeniería de Valor, es realizar métodos y objetivos para emplear en los proyectos de diseño y construcción. Y por último, escoger y establecer ventajas fundamentados en los ahorros que se obtendrían. Los costos primordiales que se generan en una obra de ingeniería civil, son costos de implementación, costos de mantenimiento y costos del usuario.

A continuación se muestra una tabla donde se detalla las formas frecuentes de analizar los trabajos de ingeniería y de la manera con

| <b>Pensamiento tradicional en la implementación de soluciones ingenieriles</b>                              | <b>Pensamiento de la Ingeniería de Valor en la implementación de soluciones ingenieriles</b>  |
|---|---|
| Al planear una obra de ingeniería sólo se piensa en la inversión inicial                                    | Con la ingeniería del valor también se evalúan los resultados a largo plazo, es decir, los ahorros de ciclo de vida del proyecto (Life-cycle costs)                                 |
| Se realizan iteraciones de soluciones a manera de obtener la más adecuada para un problema dado             | Se realizan las mismas iteraciones con la finalidad de obtener un <b>catálogo de soluciones</b> posibles. Anticipándose a problemas potenciales de construcción.                    |
| Se busca que el proyecto general tenga el costo menor que cumpla con las condiciones de servicio requeridas | Reduce el costo de diversos componentes para poder reasignar el porcentaje de la inversión a elementos que generarán mejoras en el servicio y ahorros de ciclo de vida de proyecto. |

Ingeniería de Valor.

Tabla 1 Ejemplo de pensamiento constructivo tradicional y con Ingeniería de Valor

Fuente (Calzeta, 2012)

Uno de los sistemas sostenibles que se aplicarán en este trabajo, es el sistema de certificaciones LEED para edificaciones, inicialmente se desarrolló con el propósito de tener cuidado y protección del medio ambiente, teniendo como objetivo brindar soluciones que reduzcan el impacto ambiental y generando confort a la edificaciones.

Adicionalmente, con la aplicación del método de Ingeniería de Valor a las certificaciones LEED, se logra sacar provecho a los recursos que mejor se adapten al estudio del diseño, reduciendo el impacto ambiental y mejorando la calidad todo esto en menor tiempo y costo. Es decir, el método de Ingeniería de Valor tiene la particularidad de limitar el aumento del valor en cada una de las etapas iniciales estudio en el diseño y durante la ejecución.

El objeto de estudio, son casas de tres clases sociales; una de estrato social para “Villa España 2- Cristina”, clase media para “ Sambocity-Scarlett” y clase alta para “ Isla Mocolí- Urb Península”.

La intención de esta tesis es dar a conocer las certificaciones LEED for Homes , para conseguir la certificación por medio del cumplimiento de los requerimientos que especifica en los créditos de estudio aplicando la metodología de estudio de Ingeniería de Valor. Esto se llevará a cabo por medio de la selección de los materiales que menor afectación al medio ambiente, buscando realizar mejoras en las edificaciones para lograr optimizar gastos de energía y recursos al mejor costo posible.

En los últimos años, se ha venido tratando de concientizar a los constructores en buscar mejores formas de construir que no generen gran impacto al entorno y a la economía total, favoreciendo al constructor y al usuario que finalmente sería el mejor beneficiado a largo plazo.

## **1.2. Antecedentes**

Los inicios de la construcción se fundamentaron en crear sitios de espacios habitables, que se adapta por medio de la cultura y tradiciones de su entorno. Desde los inicios de la construcción el uso que se le dan a los materiales ha dependido de la disponibilidad, capacidad y costo. En el siglo XIX, se incluye nuevos factores sea el desarrollo y la internacionalización de los procesos. Para lograr implementar una nueva técnica o proceso se basa directamente en la cultura de las personas, es por esto que en los grupos tradicionales todavía se sigue aplicando metodologías convencionales (García, 2000).

La problemática ambiental ha ido en incremento con el paso de los años, esto se debe en gran parte al modo de ejecutar las construcciones y explotación de los recursos naturales. A partir de estos hechos se ha ido desarrollando aplicaciones que ayuden a contrarrestar el impacto ambiental. En 1993, inicia el Consejo de edificación Sostenibles de Estados Unidos, se originó con la finalidad de cambiar a los procesos de construcción hacia métodos sostenibles. A raíz de este consejo se comienza con la elaboración de un sistema que permita medir, calificar y certificar las construcciones sostenibles que en ese entonces estaba solo enfocado en edificios. Este sistema a partir de 1997 se conoce como LEED. Se origina para considerar los aspectos que fomentan la problemática ambiental que están impidiendo alcanzar la sustentabilidad.

Debido a la necesidad de presentar mejoras en la construcción y obtener objetivos definidos con los especialistas, a través del tiempo se han

ido ampliando técnicas y métodos, que no son aplicadas en su totalidad a pesar de ser conocidas. Y una de estas metodologías es Ingeniería de Valor, que es aplicable en análisis de diseños, operaciones o mantenimiento, análisis de costos, etc. Ingeniería de Valor busca corregir bajo su concepto, a través de la información proporcionada, cambios o recomendaciones que proporcionen funcionalidad a la edificación y así dar mayor valor a su utilidad.

### **1.3. Planteamiento del problema**

El sistema constructivo en la actualidad, para su ejecución se hace por medio de procesos constructivos tradicionales. Esta metodología de trabajos no ha resultado eficiente puesto que desde que se está creando el proyecto se tiene poco criterio al momento de elegir materiales, poco personal capacitado y pobre manejo de recurso. Esto conlleva a tener complicaciones con el control de ejecución del proyecto, manejo de calidad de edificaciones y protección ambiental.

En la actualidad existen sistemas con el fin de crear a través de normativas que certifiquen que las construcciones sean sustentables permitiendo contrarrestar el impacto ambiental. Contar con construcciones que tenga un sistema de evaluación que permita estudiar el proyecto o plantear soluciones para obtener una edificación que sea de valor, adquiriendo rentabilidad, funcionalidad y economía.

Cabe recalcar que el sistema de certificación internacional LEED, está diseñado para, nuevas construcciones, edificios residenciales, operación y mantenimiento para edificios existentes, proyecto para interiores, edificios

educativos, centros comerciales, hospitales y desarrollo urbano. Y la Ingeniería de Valor es una técnica de evaluación que se aplica para obtener mejoras en la aplicación y factibilidad de proyectos, evaluando funcionalidad, costos y calidad.

Según el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma), para la elección correcta de terreno previa a su construcción y contar con parámetros que lo muestren sostenible, esto se logra a partir de que la industria de la construcción, estime puntos de vista ambientales, económicos y culturales para su desarrollo. “Implica minimizar el impacto ambiental de las construcciones en todas sus etapas (diseño, construcción y operación), utilizando medidas como diseño bioclimático, materiales de bajo impacto ambiental, selección de sitios adecuados, reutilización y manejo de aguas residuales, bienestar social, calidad del aire...”.

En el país no existe normativas que implementen la obtención de la sustentabilidad de las edificaciones o profesionales que se dedique al análisis o estudio de los proyectos para contar con un control de costos y funcionalidad apropiada del proyecto. La normativa ecuatoriana considera la seguridad estructural, habitualidad y salud, y los servicios básicos aplicado en edificaciones esenciales (primera necesidad activas permanente), edificaciones de ocupación esencial (más de 5000 personas) y otras estructuras.

Según Cristina Garzozzi, asesora externa y especialista en diseño y construcción sustentable de la cámara de la construcción de Guayaquil, comenta, que el Ecuador no cuenta con avances en esta materia sobre la

sostenibilidad, se espera que con el paso del tiempo cuente con una normativa al igual que los países desarrollados.

La forma de llevar a cabo esta investigación será aplicar Ingeniería de Valor a edificaciones de tipo residencial según las normas internacionales LEED, esto como un precedente para la aplicación de construcción sostenible en Ecuador; se realizará por medio de presupuestos, análisis de costos, análisis de funcionalidad de los materiales aplicados, seleccionar y sugerir ideas que resulten favorables al medio ambiente y al proyecto. De esta manera se pretende contar con resultados que demuestren lo factible que resulta la aplicación de Ingeniería de Valor a las normas LEED a través de sistemas constructivos presentados.

#### **1.4. Objetivo general**

Utilizar Ingeniería de Valor como herramienta para aplicar normativas LEED en tres tipos de edificación residencial de Guayaquil para obtener construcciones en menor costo al máximo valor.

#### **1.5. Objetivos específicos**

- Evaluar el estado de sostenibilidad de las edificaciones construidas tradicionalmente de tipo residencial en Guayaquil.
- Analizar mediante Ingeniería de Valor la aplicabilidad de normativas LEED en edificación residencial.
- Desarrollar propuestas de sistema constructivo residencial aplicando Ingeniería de Valor.



## **1.6. Justificación**

Según Rodolfo Rendón, Director Ejecutivo del consejo ecuatoriano de edificación sustentable (CEES), indica: “Actualmente, el Estado ecuatoriano trabaja muy poco en el campo de la construcción sustentable, pues tiene preocupaciones más inmediatas, pero, a la larga, esta será la apuesta más eficiente y rentable”. Esta investigación tiene un enfoque cualitativo, pues posee la particularidad de que a través de procesos internacionales se pretende adaptar estas metodologías a la construcción del país para conocer lo útil y práctico que resultará este nuevo sistema de construcción y procesos de análisis de funcionalidad puesto que así permitirá establecer criterios acertados.

En Ecuador, esta alternativa constructiva de certificación LEED aun es un reto, dado que pocos conocen los principios fundamentales por los cuales se han implementado en el exterior. Algunos de estos son: disminuir el consumo de energía usando fuentes de energía renovable, disminución de consumo de agua primordialmente en aguas residuales, edificaciones con mejor iluminación y ventilación, creando espacios que permitan ingresar la ventilación y luz del ambiente exterior, reducción y reciclaje de recursos, hacer uso de materiales que no afecten en gran manera al medio ambiente. La certificación LEED acompañado de la Ingeniería de Valor permitirá obtener mayor valor a la edificación, porque ayudará a lograr mejoras con la productividad con un control de costos sin dejar de lado la calidad y funcionalidad. La Ingeniería de Valor se fundamenta en la relación de los objetos entre si y el costo para poder adquirirlos (Riquelme, 1991).

El resultado de la investigación tiene como fin presentar sugerencias de aplicabilidad a través de análisis y evaluaciones de proyecto de edificación residencial junto con las normas LEED, que se puedan cumplir o hacer adaptaciones en cuanto a la misma. Finalmente hacer una comparación entre una edificación construida convencionalmente y una edificación ya con adaptaciones de acuerdo a las normativas sugeridas, bajo un criterio de Ingeniería de Valor. Desde el concepto de costos, técnica e impacto ambiental.

Para lograr con los objetivos propuestos, se trabajará una metodología de estudio teórica y deductivo que permitirá descubrir soluciones específicas a los proyectos de construcción que pocas veces se consideran al momento de diseño, así mismo, se podrá plantear sugerencias de aplicación con la normativa LEED adaptada a nuestro sistema mediante la Ingeniería de Valor.

Las herramientas que se va a utilizar para la investigación será planos arquitectónicos, planos estructurales, presupuesto de proyectos de edificaciones residenciales y normativas LEED.

## **CAPITULO 2**

### **2.0 Marco Teórico**

#### **2.1 Construcción Sostenible**

El comienzo de este sistema biológico se presenta en los años 80. Por generalización, este concepto se emplea al aprovechamiento de un recurso que se sitúa por debajo de su límite de renovación.

La sostenibilidad surge como “la idea central unificadora más necesaria en este momento de la historia de la humanidad” (Bybee, 1991). Este concepto tiene como objetivo iniciar con un desarrollo social que busque la unión en las sociedades y culturas para lograr tener niveles satisfactorios en calidad de vida, salud y educación. Con el fin de causar un crecimiento económico que favorezca equitativamente a todos sin afectar al medio ambiente.

En el ámbito de la construcción la sostenibilidad no solo se refiere a las edificaciones como tal, sino que también incluye al entorno y la forma de incorporarse a las ciudades. El desarrollo sostenible tiene la finalidad de diseñar espacios urbanos que aporten eficiencia energética, eficiencia en el agua y funcionalidad para el sitio permitiendo que sea un mejor lugar para vivir

La construcción sostenible, en opinión Aurelio Ramírez se define

*“como aquella que, teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, los recursos y materiales no perjudiciales para el medioambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales”* (Ramírez, 2002).

Al sistema constructivo tradicional se ha venido haciendo mejoras a lo largo del tiempo, pero esto ha causado afectaciones al medio ambiente, no es sencillo cambiar la mentalidad a un nuevo sistema constructivo sostenible, y una de las causas principales es la falta de conocimiento y la cultura por conservar al medio ambiente.

Con el paso del tiempo se ha venido implementando el concepto de la sostenibilidad para las construcciones, con el fin de generar una concientización del buen manejo de recursos naturales, el reciclaje de los materiales, disminución de energía y menor consumo de agua, favoreciendo también la economía de los usuarios y constructores.

Por esta razón, en la actualidad existen varias certificaciones que permiten calificar a las edificaciones para conocer su impacto al medio ambiente o los cambios que se podrían aplicar a sus diseños.

## **2.2 Certificación LEED**

Las siglas LEED significa Liderazgo en Energía & Diseño Medioambiental.

Este sistema fue creado en 1999, por el Consejo de Construcción Ecológica de los Estados Unidos (USGBC), teniendo como fin la reducción del impacto ambiental en la construcción y el entorno de la edificación. Inicialmente LEED clasificaba al entorno de la construcción a través de la planeación del suelo y operaciones de diseño.

Dado que LEED constantemente realiza mejoras, la versión más reciente es la LEED V4.1, en comparación a la versión anterior solo realizó una actualización. LEED V4.1 facilita el sistema de calificación y agiliza los requisitos del proyecto.

esta certificación ya cuenta con varias categorías que se encargan de garantizar la evaluación dependiendo del proyecto de construcción y estas son:

LEED para construcción y diseño de edificaciones

LEED BD+C: para Nuevas Construcciones y Grandes Remodelaciones.

Edificaciones nuevas aplicados de 9 plantas o más y remodelaciones.

LEED BD+C: Desarrollo del Núcleo y envoltorio. Es aplicable si más del 40% de la superficie construida esta inconclusa para la certificación, ya sea para construcciones nueva, remodelaciones para el envoltorio, sistema eléctrico y tuberías.

LEED BD+C Educativo. Edificaciones para espacios de aprendizaje.

LEED BD +C: Superficies comerciales

LEED BD+C: Centros de Proceso de Datos. Edificaciones especiales para equipos informáticos.

LEED BD+C Logística. Edificaciones para almacenar productos, bienes y mercadería.

LEED BD+C: Hospedaje. Edificaciones hoteles o servicios de alojamiento.

LEED BD+C: Salud. Edificaciones para hospitales que trabajan las 24 horas del día.

LEED BD +C: for Homes. Edificaciones unifamiliares y multifamiliares de hasta tres plantas.

LEED BD+C: Edificios de altura media multifamiliares. Edificaciones de 4 a 8 plantas, deben estar con el 50% del edificio destinado para uso residencial.

LEED para construcción y diseño de interiores

Áreas interiores que conforman la infraestructura interior

LEED de operación y mantenimiento de edificios

Edificios que trabajan en las mejoras de sus instalaciones ya existentes.

La elección del sistema de calificación que se aplica en este proyecto es LEED for Homes.

Los beneficios de Certificación LEED, considera la sostenibilidad de la edificación ya sea con el medio ambiente y con el constructor. Se detalla lo siguiente

- Costos de operación
- Disminución de los residuos que se echan al vertedero
- Conservación de energía y agua.
- Sano y Resistente para los usuarios.
- Aporta reducción de emisión a la atmosfera de gases nocivos.

El área de la construcción es uno de los responsables de más de dos tercios de las emisiones de gases de efecto invernadero, al igual que los edificios y transportes. Estos gases provienen del uso de energía, consumo de agua, transporte, cubierta terrestre, materiales y construcción.

El diseño sostenible se basa en el principio de criterios metodológicos para cada particularidad del sistema y revisar opciones en función del objetivo. El diseño sostenible es descubrir maneras para ejecutar mejor las soluciones que se formarían para aplicar en el transcurso de la vida del proyecto.

La finalidad de LEED es cambiar la manera convencional de diseñar, construir y operar de edificios y sociedades, por medio de las siguientes

áreas clasificadas en criterios y metodologías que contribuyen para su estudio y estas son:

### **2.2.1 Proceso Integrador**

Este crédito insta a los integrantes del proyecto a participar continuamente, para así lograr encontrar soluciones que permitan disminuir costos y materiales, para contrarrestar el impacto ambiental.

El proceso integrador requiere ser un proceso monótono, que se emplea desde el inicio del proyecto hasta la ocupación de la edificación. Este proceso implicaría hacer investigaciones, compartir información, aceptar comentarios o críticas, y perfeccionar el diseño las veces que sea necesario hasta alcanzar con los objetivos planteados para alcanzar la sostenibilidad (USGBC, 2013).

### **2.2.2 Localización y Transporte**

Este criterio acredita a la ubicación que fomente usos de suelos y urbanizaciones que colaboren con el medio ambiente adicionándoles ventajas al desarrollo tradicional.

Con el equipo de estudio se puede ayudar a disminuir las divisiones de tierras agrícolas y áreas naturales, realizando construcciones dentro de sitios ya desarrollados, ya que estos no requieren mucha infraestructura. Favoreciendo en gran medida a tener todo cercano que facilita la movilización, por transporte público, caminata o uso de bicicletas (USGBC, 2013).

### **2.2.3 Sitios Sostenibles**

El lugar donde se encuentre la edificación y la metodología constructivas es de gran importancia dado que puede presentar resultados buenos o malos al medio ambiente.

La elección del sitio junto al diseño, son de gran relevancia puesto deben ser estar realizados para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como para adaptar al proyecto a los efectos del cambio ambiental. Un correcto diseño da lugar a un ambiente confortable y estético y conserva las plantas o especies del sitio.

El diseño de un sitio sostenible debe de enfocarse también en los requerimientos de servicio que se generan a largo plazo, a la conservación y los efectos que se producen a los ecosistemas (USGBC, 2013).

### **2.2.4 Eficiencia del Agua**

Dado que la población aumenta, crece la demanda de agua el cual requiere un sostenimiento adicional, acompañado gastos en suministros municipales e instalaciones para tratamiento del agua.

Las viviendas que usan sistemas eficientes de agua producen menores gastos en pagos de facturas y gasto exagerado de agua. Los sistemas de aguas lluvias y los sistemas de tuberías para aguas grises, normalmente son inversiones mayores (USGBC, 2013).

### **2.2.5 Energía y Atmosfera**

Los combustibles fósiles biogénicos son considerados la principal fuente de creación de energía. Se puede crear energía directa e indirectamente.



Los combustibles fósiles expulsan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), es uno de los principales agentes del cambio climático.

Científicos pronostican que las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero incrementaran las temperaturas de 1.4 y 6.4 °C este siglo. Todo esto acompañado del aumento de los niveles del mar, inundaciones, sequías y el contagio de enfermedades epidémicas.

Para disminuir los gases de efecto invernadero, se logrará por medio de una elaboración de un eficiente diseño, correcta ubicación y proceso de construcción. Puesto que los edificios y el uso del suelo son los causantes en gran medida de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La media que usa LEED para las viviendas certificadas es de un 30% a 40% menos de energía ahorrando más de las 100 toneladas métricas de emisiones de CO<sub>2</sub> dentro de su tiempo útil. Esta inversión de ahorro energético favorecerá al usuario ya que contará con edificaciones confortables, durables, eficiencia energética y sitios para vivir responsablemente cuidando del medio ambiente (USGBC, 2013).

#### **2.2.6 Materiales y Recursos**

Los materiales que se usan en las construcciones sostenibles son de gran importancia, porque muchos de los materiales que se usan son procedentes extracción, fabricados y transportados. Todas estas actividades de extracción contaminan al aire y agua, destruye el ecosistema acabando con los recursos naturales.

Para un proyecto de construcción, se debe de conocer el origen de donde vienen los materiales. Una forma de contribuir al medio ambiente y

disminuyendo gastos y recursos, es por medio de uso de materiales recuperados, materiales reciclados, uso de materiales locales y el uso de madera certificada que promueve la buena gestión del bosque y lo relacionado a este (USGBC, 2013).

El poco control sobre la durabilidad tiene un precio significativo y molestia a los usuarios y a los constructores. Hay formas prácticas y económicas de tomar una consideración en durabilidad antes de iniciar con el diseño (USGBC, 2013).

### **2.2.7 Calidad Ambiental Interior**

Las personas pasan la mayor parte de su tiempo en el interior de una edificación, donde el nivel de contaminación es de dos a 5 veces más que el exterior de la edificación, según la Agencia de protección medioambiental. Los causantes de contaminar el interior son: monóxido de carbono, moho, caspa de mascotas, gas radón, detergentes fuertes, disolventes, fertilizantes y pinturas fuertes, polvo, suciedad, humo de tabaco y velas.

Habitualmente, resulta más económico prevenir estos inconvenientes que identificar y tomar medidas de corrección. Existe tres tipos de tácticas: eliminación y control de la fuente y dilución.

La eliminación de las fuentes, se fundamenta en captar los contaminantes que hay dentro del hogar. Por otro lado, la dilución involucra el uso de aire fresco exterior para refrigerar el hogar con la extracción de los contaminantes hacia afuera.

Uno de las cualidades de calidad inferior de aire es el confort que se tienen los usuarios.

Contar con una instalación de sensores automatizados y controles para conservar la temperatura, humedad y ventilación debidamente ayuda a conservar una buena calidad del aire (USGBC, 2013).

### **2.2.8 Innovación**

La medida de diseño sostenibles constantemente se encuentra en cambios.

Las técnicas y destrezas de construcciones sostenibles en viviendas, se efectúan efectivamente como parte de un proceso integrador. Si se cuenta con un buen diseño se logra o conservar los menores costos y certificando la apropiada integración de las tácticas o técnicas sostenible y alcanzar éxito con los objetivos del proyecto.

Este crédito motiva a la organización y diseño del proyecto para corregir la coordinación e integración de los diferentes partes de una edificación sostenible (USGBC, 2013).

### **2.2.9 Puntaje Certificación LEED**

Para la clasificación LEED V4.1, se evalúa sobre 100 puntos básicos, seis puntos en la categoría Innovación y cuatro puntos de Prioridad regional, lo que suma 110 puntos (USGBC, 2013). El nivel de certificación se determina con la siguiente escala:

- Certificado 40 a 49 puntos
- Plata 50 a 59 puntos
- Oro 60 a 79 puntos

- Platinum superior a 80 puntos

El puntaje de cada crédito LEED se considera según la huella de carbono para una edificación típica. La huella de carbono de un edificio se forma de las emisiones de los gases de efecto invernadero relacionadas a la construcción y operación, y estas son:

- La energía que usa los sistemas del edificio
- el transporte
- la emisión de aguas incorporadas, energía para extraer, tratar, trasladar y distribuir.
- emisiones de desechos sólidos, referente al ciclo de vida asociadas con los desechos sólidos.
- emisiones de materiales, referentes a la fabricación y transportes.

A continuación, se muestra una tabla modelo de Calificación LEED para la evaluación:

| LEED v4.1 BD+C Single Family  |   |                 |           |
|---|---|-----------------|-----------|
| Project Address   |   |                 |           |
| Note: The information on this tab is READ-ONLY. To edit this information, see the Credit Category tabs. |   |                 |           |
|                        | <b>Proceso Integrador</b>   | Puntos posibles | 0 a 2     |
|   | IPc Proceso integrador  |                 | 0 of 2    |
|                        | <b>Localización y Transporte</b>  | Preliminar Y    | 0 a 10    |
|   | LTp Evitar terrenos inundables  |                 | Requerido |
|   | LTc LEED para Localización en Desarrollo Urbano                               |                 | 0 of 10   |
|   | LTc Selección de la parcela   |                 | 0 of 6    |
|   | LTc Desarrollo compacto   |                 | 0 of 1    |
|   | LTc Recursos de la comunidad  |                 | 0 of 1    |
|   | LTc Acceso al transporte Público  |                 | 0 of 2    |
|                        | <b>Sitios sustentables</b>  | Preliminar Y    | 0 a 5     |
|   | SSp Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción                |                 | Requerido |
|   | SSp Plantas No invasivas  |                 | Requerido |
|   | SSc Reducción de las Islas de Calor   |                 | 0 of 1    |
|   | SSc Gestión de Agua Lluvia  |                 | 0 of 2    |
|   | SSc Control de pesticidas No tóxicos  |                 | 0 of 2    |
|                        | <b>Eficiencia del Agua</b>  | Preliminar Y    | 0 a 15    |
|   | WEp Consumo de Agua   |                 | Requerido |
|   | WEp Contador de Agua  |                 | Requerido |
|   | WEc Consumo total de Agua   |                 | 0 of 15   |
|   | WEc Consumo de Agua en el Interior  |                 | 0 of 11   |
|   | WEc Consumo de Agua en el Exterior  |                 | 0 of 4    |
|                        | <b>Energía y Atmosfera</b>  | Preliminar Y    | 0 a 40    |
|   | EAp Mínima Eficiencia Energética  |                 | Requerido |
|   | EAp Contador de Energía   |                 | Requerido |
|   | EAp Formación de propietario, inquilino o Gestor del Edificio                 |                 | Requerido |
|   | EAc Consumo de Energía Anual  |                 | 0 of 36   |
|   | EAc Sistema de Distribución de Agua Caliente Eficiente                        |                 | 0 of 2    |
|   | EAc Puesta en marcha certificada del Sistema de HVAC                          |                 | 0 of 1    |
|   | EAc Manejo de refrigerantes   |                 | 0 of 1    |
|                      | <b>Materiales y recursos</b>  | Preliminar Y    | 6 a 12    |
|   | MRp Madera tropical certificada   |                 | Requerido |
|   | MRp Gestión de durabilidad  |                 | Requerido |
|   | MRc Verificación de la gestión de la Durabilidad                              |                 | 0 of 3    |
|   | MRc Productos ambientalmente preferibles                                      |                 | 0 of 5    |
|   | MRc Gestión de residuos de Construcción                                       |                 | 0 of 2    |
|   | MRc Eficiencia del Material de los Marcos                                     |                 | 0 of 2    |
|                      | <b>Calidad Ambiental Interior</b>   | Preliminar Y    | 0 a 16    |
|   | EQp Ventilación   |                 | Requerido |
|   | EQp Ventilación de la combustión  |                 | Requerido |
|   | EQp Protección de los contaminantes en los Garajes                            |                 | Requerido |
|   | EQp Construcción Resistente al Radón  |                 | Requerido |
|   | EQp Filtros de Aire   |                 | Requerido |
|   | EQp Compartimentación   |                 | Requerido |
|   | EQc Ventilación mejorada  |                 | 0 of 3    |
|   | EQc Control de Contaminantes  |                 | 0 of 3    |
|   | EQc Equilibrio en los sistemas de distribución de calefacción y refrigeración |                 | 0 of 6    |
|   | EQc Productos de baja emisión   |                 | 0 of 4    |
|                      | <b>Innovación</b>   | Preliminar Y    | 0 a 6     |
|   | INp Calificación preliminar   |                 | Requerido |
|   | INc Innovación  |                 | 0 of 5    |
|   | INc Profesional acreditado LEED   |                 | 0 of 1    |
|                      | <b>Prioridad regional</b>   | Preliminar Y    | 0 a 4     |
|   | RPC Prioridad regional  |                 | 0 of 4    |
| <b>Total</b>  |   | Preliminar Y    | 0 of 110  |
| <b>Certificación Thresholds</b> Certified: 40-49, Silver: 50-59, Gold: 60-79, Platinum: 80-110          |   |                 |           |

Tabla 2 Sistema de puntuación LEED

Fuente: <https://new.usgbc.org>

### **2.2.10 Problemas Generales para cumplir LEED**

La construcción tradicional tiene gran impacto al medio ambiente por medio de actividades que se han agrupado de acuerdo a sus procesos y estas son actividades que se realizan dentro de la obra, actividades externas en fabricación y las actividades operativas.

Las actividades que se realizan dentro de la obra se refiere a todo lo que se ejecuta en el sitio estas son las instalaciones físicas, todas estas ejecuciones generan impactos de contaminación ambiental sean de aire, agua y suelo; generación de desperdicios provocados por la misma actividad y poca actividad de reciclaje.

Las actividades que se realizan fuera de la obra; se refiere a aquellas que hacen consumo de los recursos renovables y no renovables que son minerales, agua y madera, la minería y canteras esto produce daños al ecosistema. La producción de los materiales, la extracción de las tierras y transportes de todos estos recursos aumentan cambios de calidad ambiental. La creación de un área a construir fomenta la deforestación.

La actividad operativa se refiere aquellas que dedican al mantenimiento o transformación de la edificación. Estas actividades pueden afectar significativamente al medio ambiente debido al uso de energía, contaminación del agua, aire y suelo.

Los materiales que resultan favorables con la certificación LEED son los que proceden de procesos de reciclajes, reusables, poco consumo de energía durante su fabricación favoreciendo en la disminución del impacto ambiental.

## **2.3 Ingeniería de Valor**

Por tradición en la construcción de edificaciones, las actividades son delegadas a los involucrados del proyecto sea el arquitecto, el ingeniero, el constructor y el maestro de obra. Situación que ocasiona que no se realice de las actividades de manera equilibrada debido a que los objetivos planteados son desiguales. Es por esta razón que se han venido implementando metodologías y técnicas, y una de estas es la Ingeniería de Valor, siendo una metodología que se aplica a diseños, operaciones, desarrollo de sistemas, etc. Tiene la cualidad de ser análisis integrador, colabora con las desventajas de la técnica.

La Ingeniería de Valor es una metodología ejecutada por profesionales multidisciplinarios, con perspectivas de organización y creatividad, que se realiza con técnicas que evalúa toda la información referente al diseño, analiza si los costos atribuidos aportan o no a la calidad, al uso, al tiempo de vida útil y la estética de la edificación.

### **2.3.1 Procedimiento para el diseño**

Desde el punto de vista tradicional, luego de elegir hacia que invertir, se procede con la contratación de especialistas, quienes será los encargados de trabajar en las solicitudes del usuario. Con frecuencia las solicitudes no son claras y precisas en cuanto a la inversión del objetivo.

Luego de obtener todas las solicitudes, quien diseña debe de empezar con un diseño teórico y así iniciar con la selección de los componentes e instalaciones. Cabe recalcar, que el diseño de selección es instintivo, en el

inicialmente no se realiza con mucho esfuerzo y tiempo para la investigación de opciones y el estudio de distintas soluciones que estén disponibles a las solicitudes del proyecto.

El trabajo de los diseñadores es fundamentalmente multidisciplinario, y se basa en establecer un grupo de elementos que se unan a los parámetros y criterios que se conocen.

### **2.3.2 Costos**

Ingeniería de Valor es un método enfocado en la función primaria y secundaria llamada también esencial o básica, para un diseño y ofrecimiento de alternativas que compensa a la función primaria con el costo total más bajo, en el que consta los costos de construcción, operación, mantenimiento y cambios.

Las decisiones que toma el diseñador repercuten en los elementos de costos, usualmente no se está consciente de esto. Y estos elementos de costos se detallan como los costos de la propiedad y son:

- Costos financieros, referentes a la deuda adquirida para la inversión.
- Costos operacionales, referentes al uso de la energía, pagos salariales y servicios varios.
- Costos de mantenimiento, referente por reparo, cuidados y protección.
- Costos varios, referentes por la variedad de elementos propuestos y eso se detalla a continuación:



- Usos funcionales, referentes a los recursos utilizados para desarrollar la función.
- Costos de protección, referentes a los sistemas de seguridad
- Costos de modificaciones, referentes a los destinados para cambiar la función.
- Costos de arreglo, referentes a los destinados para conservar la función.

A lo largo de la ejecución del proyecto, las restricciones presupuestarias se hacen presentes y debido a esto se deben hacer reducciones de costos. El análisis de valor, es una función fundamental requerida del proceso de diseño sostenible, que se realiza para presentar las diferentes opciones que ayuda a bajar costos y mejorar la funcionalidad. Cualquier actividad de análisis de valor debe tomar en cuenta toda la perspectiva y añadir las partes interesadas de manera que las decisiones sean avaladas por los objetivos del proyecto.

### **2.3.3 Forma creativa de Ingeniería de Valor**

El proceso de evolución se debe al desarrollo científico e innovación de ideas. La colaboración de ideas solo resulta positiva si la referencia se evalúa objetivamente, pero ocurre lo contrario cuando las referencias se analizan a través de ideas pasadas. Existe un componente de diseño, que es desarrollado por una función. En Ingeniería de Valor, un proyecto es la materialización de funciones, por ejemplo; el usuario analiza las funciones que desempeña el proyecto en cuanto a; que debe de hacer y como lo hace.

Esto permite reformar la información en base a las funciones. La función siendo el centro del problema, el cual permite mejorar la fase creativa del diseñador.

#### **2.3.4 Aplicación de Ingeniería de Valor**

La Ingeniería de Valor (VE), puede aplicarse en todas las etapas de la construcción, diseño y ejecución. El propietario del proyecto es el principal elemento para las decisiones efectivas en lo que se desea aplicar VE, esto se hace por medio del equipo de trabajo y junto a cada una de las partes del proyecto. El objetivo de VE es lograr una evaluación entre los servicios que ofrece el proyecto y costo del ciclo de vida. El valor que brinda VE, se considera como la sumatoria de costos de todos los elementos, de la siguiente manera; aumentando el valor, disminuyendo costos o una mezcla de ambos, con la finalidad de aumentar el índice de valor. El aumento de índice de valor significa que se alcanza un efectivo aprovechamiento de las funciones en el tiempo de su vida útil.

La aplicación de VE en construcciones produce un uso eficiente y rentable en mano de obra, materiales, programación de trabajos y planificación.

#### **2.3.5 Beneficios de Ingeniería de Valor**

- Disminuye costos de edificación, operación y mantenimiento.
- Optimiza el costo de ciclo de vida.
- Reduce procesos.
- Disminuye los desechos de recursos.

- Optimiza los cronogramas de implementación.
- Plantea alternativas novedosas.
- Impulsa la aplicación de certificaciones internacionales sea LEED, ISO 14000 entre otras, que sirven como base para herramienta de aplicación en representación y marketing.

## **CAPITULO 4**

### **4.1 Metodología**

#### **4.1.1 Fase de Información**

##### **Diseño inicial en viviendas**

**Tipo de información proporcionada por constructores:** Planos AutoCAD y Costo de obra de contenido digital.

- **Etapa Cristina villa España 2 etapa 2**

**Área a construir:** 75.28m<sup>2</sup>

**Costo:** \$35.679,59

**Ubicación:** Al margen derecho de la AV 6 N.E Santa Narcisa de Jesús Martillo (Autopista Terminal Terrestre- Pascuales).

### **Materiales utilizados en la edificación:**

#### **Estructuras**

- Hormigon armado  $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$  para estructura de cimentación.
- Columnas planta alta y planta baja,escalera, losa maciza, vigas de losa, cubierta y contrapuso de patio  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Hormigón revocado para el cerramiento posterior.

#### **Paredes**

- Bloque liviano de hormigon en paredes y muros de cocina  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **Cubiertas**

- Plancha de fibrocemento, correas metálicas en estructura  $80 \times 40 \times 15 \times 2 \text{ mm}$ .

#### **Tumbados**

- Tumbado de yeso.

#### **Ventanas**

- Aluminio y vidrio  $4 \text{ mm}$  en ventanas y en puertas e:  $6 \text{ mm}$

#### **Puertas**

- Puertas de madera interiores.
- Puertas metálicas exteriores y local puerta enrollable.

Tabla 3. Materiales a utilizar en la Etapa Cristina Villa

Fuente: Autor

- **Etapa Scarlett**

**Área a construir:**  $93.60 \text{ m}^2$

**Costo:** \$85.000

**Ubicación:** Noroeste de Guayaquil, en el km 1, carril norte de la Av. León Febres Cordero.

## **Materiales utilizados en la edificación:**

### **Estructuras**

- Hormigon armado  $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$  para estructura de cimentación.
- Columnas planta alta y planta baja,escalera, losa maciza, vigas de losa, cubierta y contrapuso de patio  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Hormigón revocado para el cerramiento posterior.

### **Paredes**

- Bloque liviano de hormigon en paredes y muros de cocina  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

### **Cubiertas**

- Plancha de fibrocemento, correas metálicas en estructura  $80 \times 40 \times 15 \times 2 \text{ mm}$ .

### **Tumbados**

- Tumbado de yeso.

### **Ventanas**

- Aluminio y vidrio 4mm en ventanas y en puertas e: 6mm

### **Puertas**

- Puertas de madera interiores.
- Puertas metálicas exteriores.

Tabla 4. Materiales a utilizar en la Etapa

Fuente: Autor

- **Casa Urb. Península**

**Área a construir:** 320m<sup>2</sup>

**Costo:** 430.000

**Ubicación:** Vía Samborondón- Isla Mocoli en Urbanización Península

### Materiales utilizados en la edificación:

#### Estructuras

- Hormigon armado  $f_c= 280 \text{ kg/cm}^2$  para estructura de cimentación.
- Columnas planta alta y planta baja,escalera, losa maciza, vigas de losa, cubierta y contrapiso de patio  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

#### Paredes

- Mamposteria de bloque hormigón paredes y muros  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

#### Cubiertas

- Plancha metálicas tipo teja, estructura metálica especial.

#### Tumbados

- Tumbado de yeso.

#### Ventanas

- Aluminio y vidrio 4mm en ventanas y en puertas e: 6mm

#### Puertas

- Puertas de madera interiores.
- Puertas metálicas exteriores.

Tabla 5. Materiales a utilizar en la Casa Urb. Península

Fuente: Autor

#### 4.1.2 Objetivo de Estudio

|   |   |
|---|---|
| <b>Sistema o método que se quiere analizar para mejorar</b> | Sistema constructivo de las tres viviendas de rango social, media y alta.   |
| <b>Propósito de análisis</b>                                | Proponer un sistema constructivo sostenible acompañado de Certificaciones LEED aplicando Ingeniería de Valor.                 |
| <b>¿Qué se espera lograr?</b>                               | Implementar sistemas constructivos que permitan obtener la Certificación LEED.<br>Reducir costos<br>Menor consumo de recursos |

Tabla 6 Objetivo de Estudio

Fuente: Autor

### 4.1.3 Generación de Alternativas y Análisis de Funciones para cumplimiento de LEED

#### Definición de las condiciones presentes y deseadas

| <b>Componente</b>  | <b>Qué es</b>  | <b>Función</b>   | <b>Materiales</b>  | <b>Áreas LEED</b>                                    |
|--------------------|--|--|--|--|
| <b>Estructuras</b> | Conjunto de elementos unidos entre sí, constituyen el soporte de los componentes de la edificación | Transmitir fuerzas o cargas.                               | Hormigón armado<br>Metálico<br>Madera.<br>Steel frame.   | Material es y recursos                               |
| <b>Paredes</b>     | Construcción de tabiques continuos, se levantan de manera perpendicular.                           | Dividir espacios<br>Proteger un área<br>Proveer privacidad | Bloques livianos<br>Fibrocemento<br>Hormigón alivianado  | -Calidad ambiental interior.<br>-Energía y atmosfera |
| <b>Cubierta</b>    | Estructuras de cerramiento superior el cual tiene pendiente para evacuar el agua                   | Protección contra los agentes medioambientales.            | Fibrocemento<br>Planchas de galvalume<br>Tejas metálicas con aislantes en la mitad.<br>Plasticas-policabornato | -Energía y atmosfera                                 |

Tabla7. Definición de las condiciones presentes y deseadas

Fuente: Autor

**Condiciones deseadas**

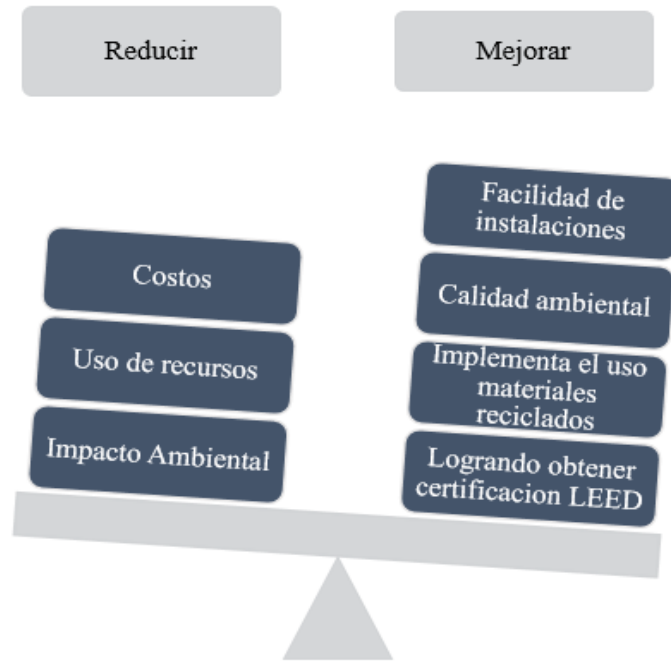


Tabla 8. Condiciones deseadas

Fuente: Autor

**Criterios que se evalúan de acuerdo a la certificación LEED**

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Proceso Integrador</b>        | Referido al personal capacitado con conocimientos sostenibles.  |
| <b>Localización y Transporte</b> | Referido a la elección de localizaciones que se centran en ubicar edificaciones en suelos desarrollados e incluyendo acceso al transporte sostenible.                                   |
| <b>Parcelas Sostenibles</b>      | Referido al diseño de los espacios a habitar, con principios de preservación y protección a los ecosistemas, minimizando los efectos negativos al ambiente que produce la construcción. |
| <b>Eficiencia en Agua</b>        | Referido al uso aparatos eficientes que reduzcan el consumo de agua.  |
| <b>Energía y Atmosfera</b>       | Referido al uso de sistemas solares que reduzcan el consumo de energía.   |



|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Materiales y Recursos</b>      | Referidos al tipo de materiales que se deben de usar en una edificación para que esta sea sostenible. Limitando la aplicación de materiales que afectan al medio ambiente y agoten los recursos del mismo. |
| <b>Calidad Ambiental Interior</b> | Referidos a prevenir la contaminación del aire, aportando una mejor calidad y confort de la edificación.   |
| <b>Innovación</b>                 | Referido a la aplicación de métodos sostenibles con un buen diseño de costos bajos.  |

Tabla 9. Criterios que se evalúan de acuerdo a la certificación LEED

Fuente: Autor

#### 4.1.4 Fase analítica de evaluación y desarrollo de propuestas

Fase analítica

Ventajas y Desventajas de los materiales

##### Cubierta Paneles aislante

###### ➤ Pros

- Fácil instalar.
- Impermeable.
- Evita uso de cielo falso.
- Liviano.
- Termo acústica. Durable.
- Estético

##### Steel Frame

###### ➤ Pros

- Ahorro de energía y agua (proceso de montaje en seco).
- Calidad y confort.
- Construcción rápida.
- Estructura liviana y sismo resistente

- Flexibilidad para adecuaciones futuras. Diferentes aislamientos térmicos
- No usa materiales no contaminantes,
- Sistema adaptable a cualquier proyecto.

➤ **Contra**

- Personal calificado.

**Hormigón alivianado**

➤ **Pros**

- Liviano.
- Aislante térmico y acústico.
- Resistente al fuego.
- No toxico.
- Resistente a la humedad y hongo.
- Fácil instalar

**Planchas galvalume**

➤ **Pros**

- Dura más porque el acero galvanizado no se oxida.
- No es cancerígeno.
- Ecológico

➤ **Contra**

- En altas temperaturas el sitio se vuelve caliente si no se tiene aislante térmico.

**Cubiertas policarbonato**

➤ **Pros**

- Mayor resistencia al impacto de temperatura de 40C a 130C.
- Es 200 veces más resistente que el vidrio.
- Limita la acumulación de calor por medio de los tragaluces, permitiendo ingresar la luz diaria.

➤ **Contra**

- Resistencia media a sustancias químicas.
- Tiempo de vida corto si se usa en el exterior.
- Si no tiene una correcta instalación al poco tiempo se hace presente el moho en la plancha.

### **Hormigón armado**

#### ➤ **Pros**

- Material producido en canteras.
- Mano de obra no calificada.
- Mayor tiempo de construcción.
- Una falla de estabilidad puede llevar al colapso.
- Material industrial explotado en minas.
- Tiempo de fabricación es menor.
- Costo de mano de obra es menor.
- Reusable.
- Reciclable

#### ➤ **Contra**

- Alto impacto ambiental.
- Tiempo de fabricación es más largo debido a las etapas de construcción.
  - Aumenta el costo de mano de obra por requerir más tiempo.
  - Reciclado.
  - Almacena calor.
  - Baja masa térmica.
  - Una falla en estabilidad puede llevar a la deformación.

### **Acero**

#### ➤ **Pros**

- Alta resistencia.
- Elasticidad.
- Tenacidad.
- Ductilidad.
- Reciclable.

- Rápido montaje.

➤ **Contra**

- Corrosión si no cuenta con buen revestimiento.
- Mano de obra calificada
- Susceptibilidad al pandeo en caso de ser muy esbeltos y largos sus miembros sometidos a compresión.

## **Hormi2**

➤ **Pros**

- Aislamiento térmico y acústico.
- No necesita mano de obra calificada.
- Menor tiempo de construcción y costos
- Se adapta a los sistemas tradicionales
- Reducción de residuos
- Durable y resistente

➤ **Contra**

- No podrán ser tumbadas debido a que las paredes soportan la estructura y las solicitaciones sísmicas.

### **4.1.5 Desarrollo de propuestas**

Esta fase se refiere a la evaluación y presentación creativa para las alternativas planteadas.

Los sistemas constructivos que satisfacen con las condiciones esperadas en este proyecto son: el panel de hormigón alivianado, el Steel Frame y hormi2.

#### **4.1.5.1 Steel Frame**

##### **Estructura con Steel Frame**

La construcción con perfiles de acero galvanizado conformados al frío, llamado Steel Frame. Se originó en Estados Unidos a inicios del año 1800, en sistemas constructivos livianos de madera conocidos como el Balloon Frame y Platform Frame que contienen características similares de construcción, pero con diferentes conceptos de estructuras.

Esto se inició en el apogeo de la industrialización, debido a la necesidad de viviendas se origina este proceso constructivo industrializado.

El balloon frame consistía en un esqueleto estructural conformado por elementos livianos, planteados para dar estilo y soporte a la edificación. El concepto de este sistema se base en la utilización de montantes que poseen la altura total de las dos plantas del edificio, junto a la viga de entrepiso sostenidas en forma lateral a los montantes.

El platform frame es el progreso del Balloon Frame, tiene el mismo concepto constructivo con la diferencia de que los montantes tienen la altura de cada piso, es decir, el entrepiso es el pasante entre los montantes.

Es un sistema de construcción se realiza en seco, reemplaza la estructura convencional, se componen en elementos entramados de perfiles acero liviano galvanizados de diferentes espesores y diseños especiales para la formación de estructuras de alta resistencia. Reduce el impacto ambiental de construcción dado que el acero que se usa es reciclado y también reduce los desperdicios de recursos. en caso de querer dar fin a su vida útil este acero regresaría a formar parte del proceso de

materiales reciclados formando parte del círculo vicioso de protección al planeta (Acerotec, 2016).

Este proceso constructivo no tiene restricciones en cuanto a diseños de la edificación y cálculo estructural acompañado de condiciones sísmo resistente. Sirve para formar paredes, entrepisos, escaleras, fachadas y cerramientos. Produce mayor eficacia en los tiempos de instalación y diseño. Lo favorable de este sistema se debe a que son elementos que a largo plazo no se oxidan, no se queman, no produce fisuras y permiten hacer modificaciones o rediseños. No es necesario un mantenimiento exhaustivo como los demás materiales estructurales. (Kubiec , 2019)

Steel Frame tiene la gran ventaja de generar ahorro de energía, agua y de otros materiales que se usan al momento de hacer la construcción. Es muy versátil puesto que se puede juntar con otros sistemas constructivos, permite realizar con mayor facilidad de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, dichas instalaciones se sitúan en el espacio que hay entre las dos caras de revestimiento de la pared. Contiene aislamiento acústico y térmico debido a los elementos de cerramiento que podrían ser paneles de poliuretano, fibrocemento, lana de vidrio, lana de roca, bloques de arcilla o de hormigón simple y sobre este mortero de cemento. Se puede usar cualquier tipo de acabados sea pinturas, texturas, cerámicas o empapelados. Su método de ensamblado es rápido, no requiere mano de obra especializada, reduce costos directos e indirectos (Acerotec, 2016).

Las paredes interiores o exteriores que complementa a esta estructura requieren un diseño estructural, las cuales se pueden complementar con

las construcciones convencionales sean estas: hormigón, madera, acero o mixtas; estas pueden ser recubiertas para el acabado con pinturas, cerámicas, texturas u otra forma.

Estos perfiles galvanizados nunca están expuestos a la intemperie puesto que son recubiertos por paneles escogidos por el usuario, razón por la cual las edificaciones son permanentes de gran vida útil que podría sobrepasar los 200 años.

### **Proceso de Construcción**

Se parte de un diseño arquitectónico luego se realiza el diseño estructural a través de un software para cálculo de Steel Frame, ya sea para el diseño de paredes, entresijos y cubiertas.

Una vez que ya se cuenta con la cantidad de material a utilizar, la empresa especializada se encarga de la salida de los elementos a la obra. Dicha instalación requiere una inspección de estructura y de calidad del todo proceso constructivo para ser garantizado.

Para terminar, se hacen las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, así se continua con los cerramientos externos e interno con el material de seleccionado y por ultimo con los acabados deseados.

## Descripción de la construcción

### Cimentación

Las cimentaciones que se usa habitualmente es la de losa simple compuesta de hormigón armado y zapata continua. La cimentación es previamente diseñada estructuralmente.

Existen tres tipos de cimentaciones en los que se aplica el Steel Frame:

### Cimentación Húmeda

Este tipo cimentación es la más sencilla dado que se hace sin dificultades y no necesita plintos, se representa como una plancha de hormigón apoyada sobre un terreno natural. Todas las cargas de la edificación son distribuidas al exterior de la losa (Termosteel Ecuador, 2019).

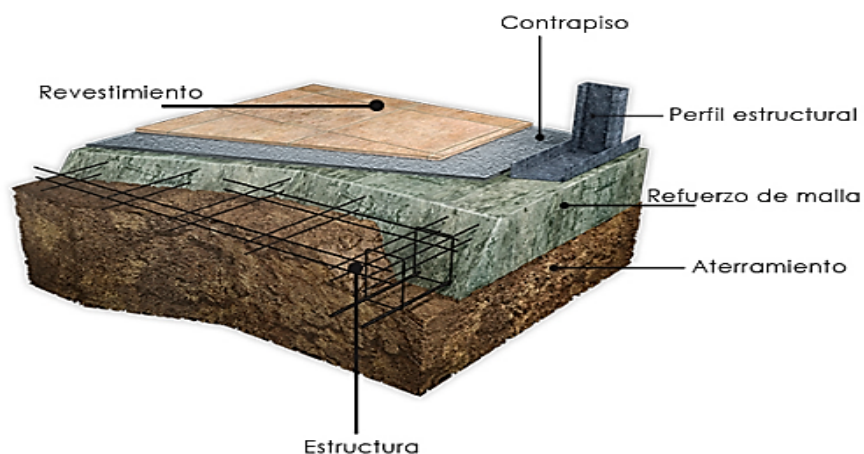


Fig1 Cimentación húmeda, Termosteel Ecuador

Fuente: Termosteel

### Cimentación Seca

La losa de cimentación seca, se conforma por un conjunto de cerchas divididas cada 60cm revestida de placa de alta resistencia y membranas



que aíslen las fases del contra piso así respaldando el acabado del estrato (Termosteel Ecuador, 2019).

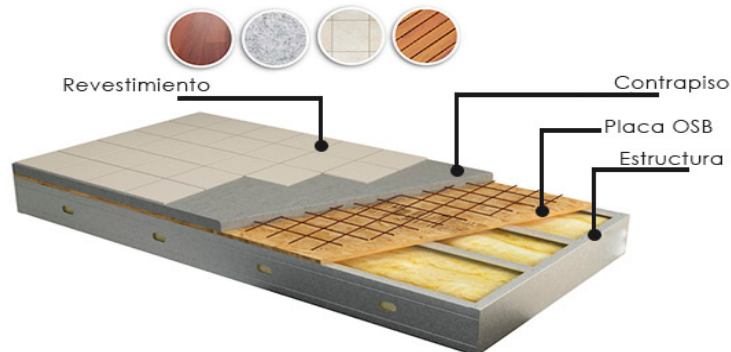


Fig 2. Construcción Seca  
Fuente:Termosteel

### Losa sanitaria

La cimentación es lineal, se debe de excavar el conducto y continuar con el recorrido del panel de Steel Frame que soporten las cargas, esto ayuda a formar un zócalo sanitario que levanta a la edificación alejando del suelo, favoreciendo al aislamiento hidrófugo y térmico (Termosteel Ecuador, 2019).

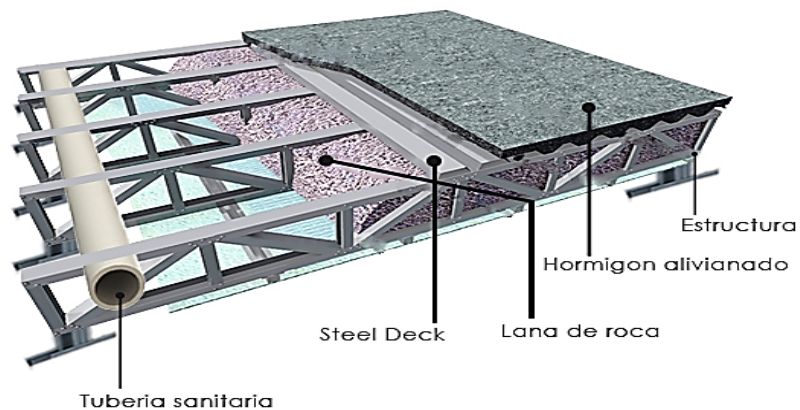


Fig 3. Cimentación Sanitaria, Termosteel Ecuador  
Fuente: Termosteel

## Componentes del Steel Frame

Los perfiles son fabricados a partir de planchas galvanizadas de varios espesores y elementos, son procesados en frío. Los elementos Steel Frame que conforman a la edificación son:

### Cubierta

La estructura de la cubierta está compuesta, por cerchas o vigas, dependiendo del diseño y calculo estructural, luego de la perfilaría se procede con la puesta de cubiertas tipo teja o paneles tipo sandwich (Termosteel Ecuador, 2019).

### Paneles portantes

Conformado por la perfilaría que se usa para la estructura de paredes, muros o losas cuya función es la de soportar las cargas de la edificación (Termosteel Ecuador, 2019).

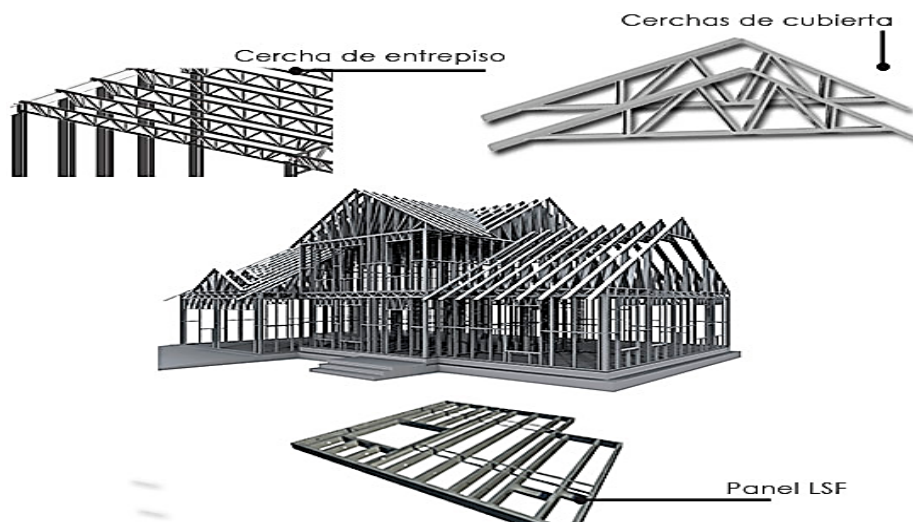


Fig 4. Estructura Steel Frame, Termosteel

Fuente: Termosteel

## **Resistencia**

Es una estructura liviana, es maleable, fuerte, duradero y seguro. Dado que el acero tiene una buena relación entre peso y resistencia a diferencia de los elementos tradicionales, esta característica permite tener un buen desempeño sísmico todo esto dependerá de la calidad de las conexiones entre los elementos. Para evitar que los perfiles pierdan sus propiedades al ser soldadas, se hacen conexiones de pernos y tornillos originando así una carga estable y fiable.

Luego que los perfiles de acero se hayan unido en la estructura, estos se mantendrán rectos, sin cambios en sus medidas. La madera, una vez que se haya cortado empieza el proceso de secado acompañado de la disminución de sus medidas, este proceso se mantiene después de ser procesada.

En comparación con la madera el acero es más seguro pues mantiene integridad estructural.

La estructura de Steel Frame se considera un sistema con excelente respuesta al fuego dado que puede retrasar la propagación del fuego más de 120 minutos.

## **Participación del Steel Frame a la certificación LEED Homes**

El acero es un elemento uniforme de características particulares en cuanto a su fabricación y calidad. Su fabricación según sus especificaciones disminuye los desechos que se generan en el lugar de construcción. Provoca ventajas ya sea en la resistencia, durabilidad y disminución de los recursos por medio de contar con un diseño integrado,

reciclado, poco mantenimiento, capacidad adaptativa en caso de ser reutilizado, ecológico dado que el material de galvanización no produce compuestos de organismos volátiles en la obra mejorar la calidad ambiental del sitio.

Se detalla los beneficios que produce su aplicación en base los requisitos de la certificación LEED.

### **Sitios sustentables**

Tiene como propósito disminuir la contaminación generada por las actividades de construcción así protegiendo el hábitat.

Los elementos y los componentes de acero, la mayoría son producidos en una planta, es decir, son prefabricados. Lo que es muy favorable puesto que reduce la mano de obra y el tiempo que se pasaría en obra, disminuyendo el impacto o afectación del lugar.

### **Energía y atmosfera**

Tiene como propósito mejorar la calidad ambiental y través de buen rendimiento energético.

La aplicación del sistema Steel Frame favorece por medio del diseño que se posee permite instalar paredes aislantes. Teniendo a su diseño seleccionado contribuye a tener menor perdida de aire y mejor rendimiento energético en el tiempo de construcción.

### **Materiales y recursos**

Tiene como propósito promover la durabilidad alta eficiencia del cerramiento y los componentes por medio de un apropiado diseño con buena aplicación de materiales y buenos sistemas de construcción. Siendo

así un buen factor para la reducción de residuos, reutilización y el reciclaje en la construcción.

Los elementos de Steel Frame por medio de su fabricación se generan menores desperdicios.

### **Modelo de casa con Steel Frame**



Fig 5. Casa Steel Frame.

Fuente: Termosteel



Fig 6. Vivienda con Steel

### **4.1.5.2 Paneles de Hormigón Alivianado**

El hormigón liviano se habilita en la norma ACI 213R del año 1987, denominado como aquel que contiene densidad en estado seco que tiene una densidad que alterna de 300 kg/m<sup>3</sup> y 1900 kg/m<sup>3</sup>.

Se llaman hormigón alivianado debido a sus propias características, es un material mucho más ligero que el hormigón convencional, que tiene una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>. En porcentaje sería una densidad del 30 % para las paredes alivianadas y del 50% en pared de bloque.

Existe tres tipos de aplicación de hormigón liviano: hormigón de relleno, hormigón alivianado, hormigón estructural y según su producción se clasifica en hormigón de agregado ligero, hormigón celular o espumoso y hormigón sin finos.

Los beneficios que presenta este hormigón alivianado se debe al tener baja densidad se produce una disminución de la carga muerta o estructura, ahorro en energía eléctrica, fraguado uniforme, mayor rapidez en la construcción por su fácil manipulación, tiene buena resistencia al fuego. Acompañado de una buena economía al dar uso a estos hormigones.

En cuanto al aspecto de aislaciones, este material posee puntos a favor, tanto por el lado de aislante térmico como por aislante acústico.

El hormigón alivianado con poliestireno expandido es también llamado como concreto liviano EPS o concreto ultraliviano EPS. Los materiales que lo componen son el cemento, arena y bolitas de poliestireno expandido EPS, incluidos aditivos para no dificultar al momento que se mezcla el poliestireno con el mortero de cemento y arena. El poliestireno expandido en perlas o bolitas se dificulta cuando se mezcla con el mortero y es por eso que se aditiva. Existen marcas de poliestireno expandido EPS que evitan el problema de mezclado.

El inconveniente de este material se debe a su baja elasticidad, es probable que se produzcan una mayor deformación. Cabe recalcar que posee una mayor capacidad de contracción por secado que el hormigón convencional es por esto que se debería de tener en cuenta las medidas de las láminas.

En cuanto a la construcción se pueden utilizar en paredes interiores, paredes exteriores, losas intermedias y losas para cubiertas.

Para la aplicación de este material liviano se debe tener en cuenta el diseño junto a los agregados. Es un panel prefabricado de varios

espesores. Las placas del hormigón puede ser silicato de calcio, MgO o fibrocemento.

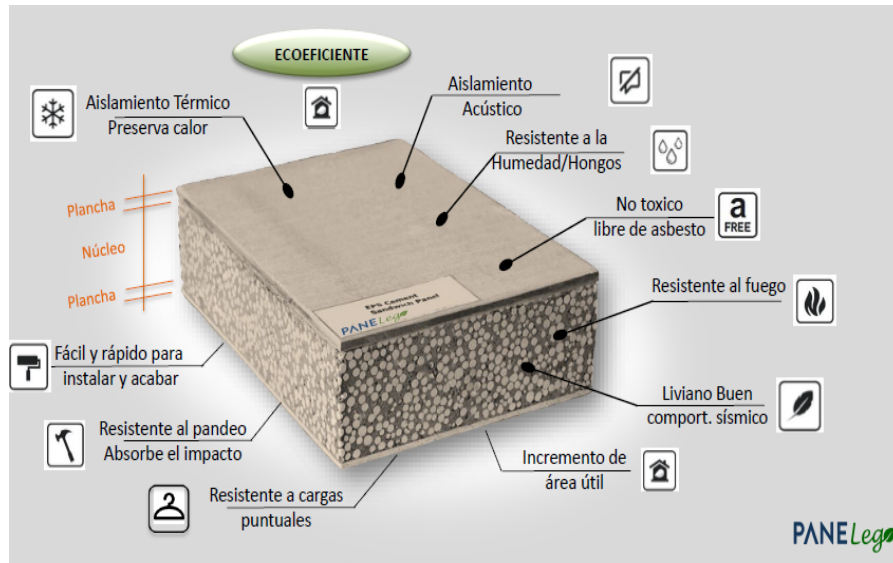


Fig 7 Detalle de los componentes hormigón alivianado  
Fuente: Imagen Kubiec

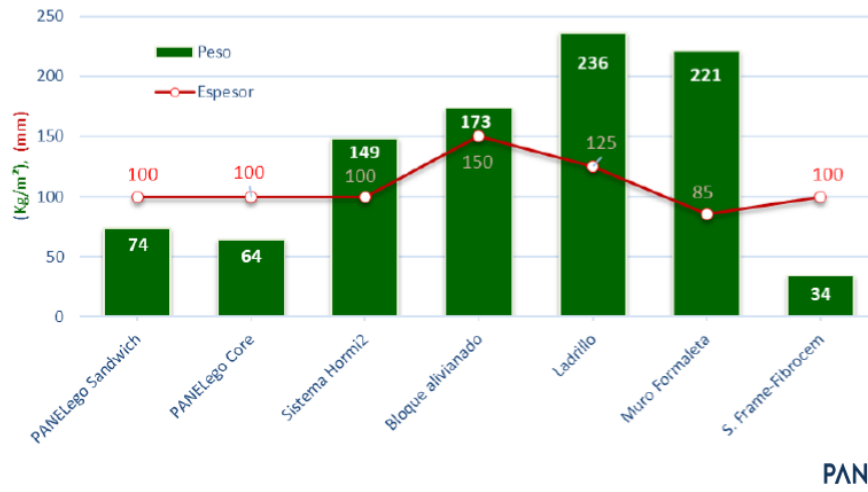


Fig 8 pesos comparativos de una pared terminada con distintos sistemas constructivos

Fuente: Imagen Kubiec

#### **4.1.5.3 Hormi2**

El sistema constructivo Homi2, inicio en el mercado ecuatoriano desde el 2005. Este sistema avanzado fue creado por la empresa fundadora italiana llamada Emmedue (M2), dicha empresa ha colaborado con el cómo se hace a PANECONS, empresa encargada de fabricar distribuir, construir y ofrecer asesoramiento técnico en el Ecuador. Este sistema tiene un enfoque global que provee soluciones personalizadas a los diferentes tipos de usuarios. Permitiendo ser un modelo sostenible, no solo en lo ámbito económico y social, sino también para los constructores, organizaciones públicas y para el consumidor (Hormi2, 2016).

##### **Detalle del sistema constructivo con los paneles “Homi2”**

Este sistema fue creado con el fin de suministrar paneles fabricados con la capacidad estructural de ser auto-portante, ofrecer ahorro económico haciendo menor uso de mano de obra, menor cantidad de material y amigable medio ambiente. Está conformado por un panel poliestireno expandido (EPS), protegido por malla electrosoldada galvanizada en ambas caras, unidas por conectores de alta resistencia. El uso de EPS a lo largo de la vida útil de la edificación certifica un bajo consumo de energía y disminución de CO<sub>2</sub>. y es capaz de brindar un aislamiento sonoro significativo, logrando obtener privacidad y tranquilidad en las habitaciones.

Estos paneles permiten al proyecto tener la capacidad de poder conformarse con otros sistemas constructivos.



Según el análisis de comparación de producción de CO<sub>2</sub>, en la construcción de una edificación entre uno conformado por paneles y uno convencional de hormigón armado de vigas y pilares disminuye un 60% de generación de CO<sub>2</sub> (EMMEDUE,2016).

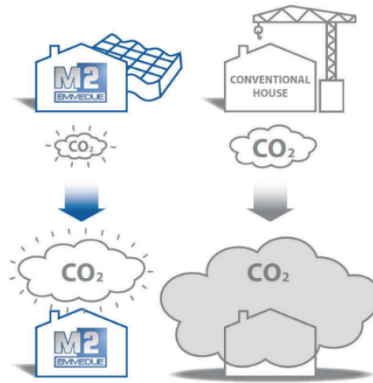


Fig 9 Comparación de producción CO<sub>2</sub>

Fuente: Emmedue

Las edificaciones con hormi2 han sido analizadas en laboratorios y en espacios reales, los resultados que se obtienen es que son capaces de soportar terremotos fuertes (9 ° Richter) sin sufrir afectaciones a su estructura. La particularidad del panel portante más la resistencia de sus materiales hacen que la estructura sea indeformable lo que garantiza que la edificación se conservará completa mientras suceda un terremoto, es por esto que se usa en zonas de alto riesgo sísmico.

La resistencia de las paredes y cubiertas conformados con malla y hormigón, permite el soporte de golpes de objetos, choques o cualquier otro tipo de impacto. No presenta inconvenientes en cuanto se apoyen sobre sus muros objetos de mucho peso.

La fácil manipulación de los elementos por su liviandad y el rápido montaje, permite que sea muy ágil para su aplicación en cualquier tipo de edificación ya sea habitacional, industrial y comercial.

### **Especificaciones Técnicas paneles Homi2**

Elementos que lo componen

- **Panel Portante**

la pared portante es de poliestireno expandido, un elemento liviano dado que el 98% de su volumen es aire y el 2% es poliestireno. Tiene una densidad 12 kg/m<sup>3</sup> de varios espesores. El poliestireno que se usa es tipo ignífugo clase F1. Este panel es amigable con el medio ambiente puesto que no emite sustancias nocivas en la elaboración ni en su uso, no contiene material orgánico, es reciclable, no se generan desechos durante su producción, el poliestireno usado en estos paneles es de este tipo es autoextinguible, luego de ser eliminado el elemento de detonación, este no produce llamas ni se sigue quemando, se puede aplicar de varias formas constructiva, como relleno , como alivianador de estructura, reduce la emisión de dióxido de carbono en la atmosfera (CO<sub>2</sub>) , como aislante acústico y aislante térmico permitiendo conseguir un clima estable dentro de la vivienda en climas fríos o calurosos, permite tener ahorros considerables con las calefacciones o aire acondicionado en el caso de ser instalados (SUMISA S.A, 2014) .

- **Acero Refuerzo**

La malla electrosoldada galvanizada, es el material estructural destinado para proporcionar rigidez a los paneles, colocadas en ambas caras unidos entre sí por doble conectores de acero mismo.

- **Micro-hormigón**

Para el revocado de las paredes se usa micro-hormigón con una resistencia generalmente de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Clasificación de los tipos de paneles y aplicaciones**

a continuación, se muestran los distintos elementos que se usan para complementar el sistema de construcción (PANECONS, 2019).

- **PSE Panel simple modular estructural**

El panel simple modular estructural, se aplica como elemento estructural a las paredes portantes y losas autoportantes en edificaciones de hasta 5 pisos, con recubrimiento en ambas caras de micro-hormigón. En paredes se considera un espesor de EPS mínimo de 4 cm con un recubrimiento de micro hormigón de 3cm a cada lado quedado 2.5cm en la malla teniendo una resistencia de  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

- **PSC Panel simple de cerramiento**

Se usa en muros verticales autoportantes o tabiques de gran desempeño.

- **PSR Panel simple reforzado**

Se ajusta a losas de entepiso y cubierta.

- **PS2R Panel doble reforzado**

Se componen de doble panel simple que se unen por conectores de acero de alta resistencia usado como paredes portantes en edificaciones no más de 20 pisos, llevando un colado de micro hormigón y en centro y en ambos lados del panel. El espesor del micro hormigón en el centro del panel y el tipo depende según las solicitudes de la construcción. Se usa para montaje de losas entrepiso.

- **Panel de escalera**

Conformado por un bloque de poliestireno expandido, moldeado según las necesidades del usuario. La correcta puesta de hormigón y refuerzos, ofrecen resistencia que puede usarse sin problemas en sitios de alta concurrencia o de una alta aplicación de carga viva. Su colocación es rápida por la forma y su liviandad.

- **PRL2N Panel reforzado doble nervado de losa**

Este panel tiene nervaduras en el ancho. El espesor del EPS puede ser entre 12 a 24 cm, la capa de compresión hormigón de 5cm y la de micro hormigón de 3cm. En las nervaduras se aplica de refuerzo hormigón para permitir el soporte de grandes luces sea en losas de entre pisos o cubiertas.

- **PSW Panel simple Hormiwall**

Tabique de gran altura.

- **PSB Panel simple básico**

Tabiques económicos.

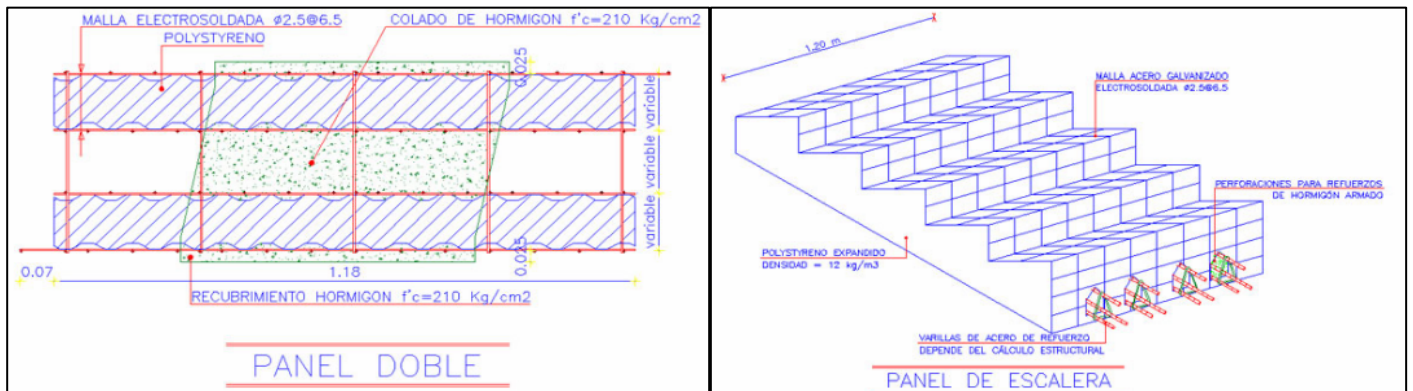
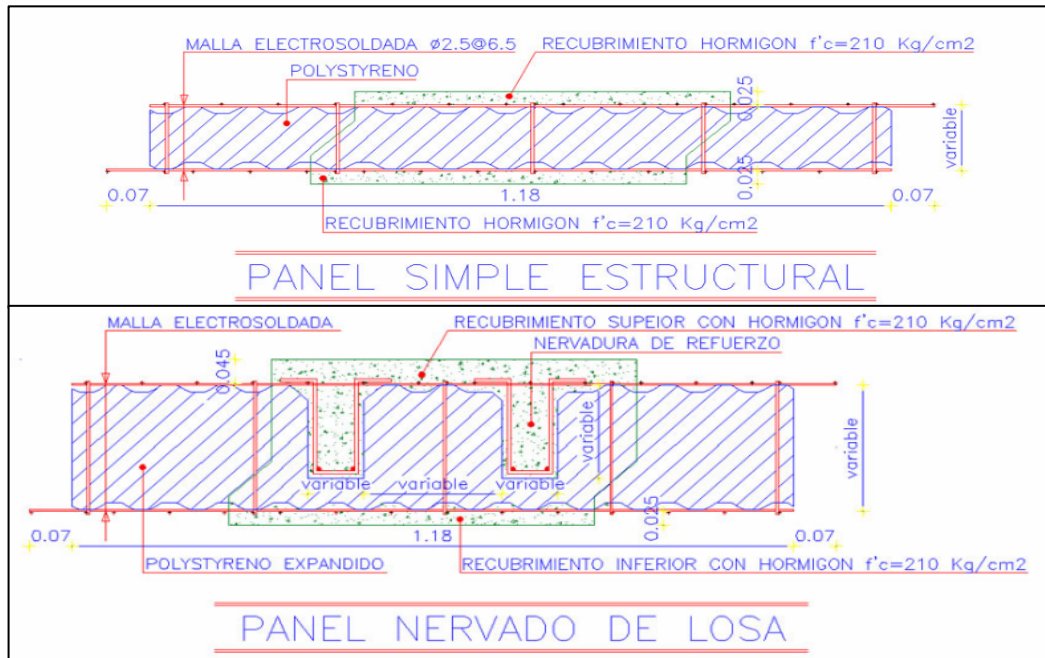


Fig 10 Paneles Hormi2, Manual técnico

Fuente:Emmedue

## Codificación

Esta codificación muestra el tipo de panel, espesor y la longitud en mm.

En el caso de no existir dimensión se sobreentenderá un ancho estándar

de 12

|              |  | DATOS Y TOLERANCIAS                              |  |            |            |            |            |            |       |
|--------------|--|--|--|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
|              |  | PSE  | PSC  | PSR        | PS2R       | PSW        | PSB        |            |       |
| Dimensiones  | Ancho útil mm                                | 1200   | +/- 5  | +/- 5      | +/- 5      | +/- 5      | +/- 5      | +/- 5      |       |
|              | Ancho total mm                               | 1356   | NA   | NA         | NA         | NA         | NA         | NA         |       |
|              | Largo mm                                     | 1000.....7000                                    | +/- 20   | +/- 20     | +/- 20     | +/- 20     | +/- 20     | +/- 20     |       |
|              | Espesor EPS. mm                              | 40.....150                                       | +/- 3  | +/- 3      | +/- 3      | +/- 3      | +/- 3      | +/- 3      |       |
| Poliestireno | * Clase                                      |  | F  | F          | F          | F          | F          | F          |       |
|              | Densidad Kg/m <sup>3</sup>                   | 12   | +/- 0.8  | +/- 0.8    | +/- 0.8    | +/- 0.8    | +/- 0.8    | +/- 0.8    |       |
| Mallas       | LONGITUDINALES                               |  |  |            |            |            |            |            |       |
|              | Diámetro alambre mm                          |  | 2,5 +/-0,1                                       | 2,5 +/-0,1 | 3,0 +/-0,1 | 3,0 +/-0,1 | 2,5 +/-0,1 | 2,5 +/-0,1 |       |
|              | Paso promedio mm                             |  | 75   | 75         | 75         | 75         | 100        | 100        |       |
|              | TRANSVERSALES                                |  |  |            |            |            |            |            |       |
|              | Diámetro alambre mm                          |  | 2,5 +/-0,1                                       | 2,5 +/-0,1 | 2,5 +/-0,1 | 3,0 +/-0,1 | 2,5 +/-0,1 | 2,5 +/-0,1 |       |
|              | Paso mm                                      |  | 75   | 150        | 75         | 75         | 150        | 150        |       |
|              | TOTAL  |  |  |            |            |            |            |            |       |
|              | Cantidad de acero Kg/m <sup>2</sup> de panel |  | 2,213  | 1,707      | 2,767      | 3,234      | 1,347      | 1,347      |       |
|              | ** Resistencia a la Fluencia mínima MPa      |  | 588  | 588        | 588        | 588        | 588        | 588        |       |
|              |  |  |  |            |            |            |            |            |       |
|              |  | ** Elongación mínima                             | 4%   | 4%         | 4%         | 4%         | 4%         | 4%         |       |
|              |  | *** Recubrimiento Galvanizado gr/ m <sup>2</sup> | 60   | 60         | 60         | 60         | 60         | 60         |       |
| Conectores   | Diámetro alambre mm                          |  | 3,0 +/-0,1                                       | 3,0 +/-0,1 | 3,0 +/-0,1 | 3,0 +/-0,1 | 3,0 +/-0,1 | 3,0 +/-0,1 |       |
|              | Cantidad uni/m <sup>2</sup>                  |  | 67   | 67         | 67         | 67         | 67         | 34         |       |
|              | ** Resistencia a la Fluencia mínima MPa      |  | 588  | 588        | 588        | 588        | 588        | 588        |       |
|              | ** Elongación                                |  | 4%   | 4%         | 4%         | 4%         | 4%         | 4%         |       |
|              |  |  | *** Recubrimiento Galvanizado gr/ m <sup>2</sup> | 60         | 60         | 60         | 60         | 60         |       |
|              | Cantidad de acero Kg/m <sup>2</sup> de panel | PS40   |  | 0,221      |            |            |            |            | 0,111 |
|              |  | PS50   |  | 0,257      |            |            |            |            | 0,129 |
|              |  | PS60   |  | 0,293      |            |            |            |            | 0,147 |
|              |  | PS80   |  | 0,364      |            |            |            |            | 0,182 |
|              |  | PS100  |  | 0,435      |            |            |            |            | 0,218 |
| PS120        |  |  | 0,507  |            |            |            |            | 0,254      |       |
| PS140        |  |  | 0,578  |            |            |            |            | 0,289      |       |
| PS150        |  | 0,614  |  |            |            |            | 0,307      |            |       |

- \* Clase F1 Ignifugo bajo norma DIN 53 438 o ASTM E-84
- \*\* Resistencia y Elongación bajo norma NTE INEN 1511
- \*\*\* Recubrimiento galvánico producido bajo norma NTE INEN 2201

Tabla 10 Dimensiones y tolerancias

Fuente: Hormi2

## Tabla de espesores

Los espesores de los paneles vienen predeterminados según el código, ejemplo: un PSE60 indica un panel de espesor 60mm de EPS, para calcular el espesor total se debe de incluir el recubrimiento del mortero.

| ESPSORES Y PESOS ESPECÍFICOS DE PANELES ESTÁNDAR |                   |             |                   |           |                   |              |                   |           |                   |        |                   |
|--|-------------------|-------------|-------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------|--------|-------------------|
| Estructural                                      |                   | Cerramiento |                   | Reforzado |                   | D. Reforzado |                   | Hormiwall |                   | Básico |                   |
|  | Kg/m <sup>2</sup> |             | Kg/m <sup>2</sup> |           | Kg/m <sup>2</sup> |              | Kg/m <sup>2</sup> |           | Kg/m <sup>2</sup> |        | Kg/m <sup>2</sup> |
| PSE40  | 2.911             |             |                   |           |                   |              |                   |           |                   |        |                   |
| PSE50  | 3.066             | PSC50       | 2.560             |           |                   |              |                   | PSW50     | 2.199             | PSB50  | 2.560             |
| PSE60  | 3.221             | PSC60       | 2.715             |           |                   |              |                   | PSW60     | 2.355             | PSB60  | 2.715             |
| PSE80  | 3.531             | PSC80       | 3.025             | PSR80     | 4.085             | PS2R80       | 4.552             | PSW80     | 2.665             | PSB80  | 3.025             |
| PSE100   | 3.841             | PSC100      | 3.335             | PSR100    | 4.395             | PS2R100      | 4.863             | PSW100    | 2.975             | PSB100 | 3.335             |
| PSE120   | 4.152             | PSC120      | 3.645             | PSR120    | 4.706             | PS2R120      | 5.173             | PSW120    | 3.285             | PSB120 | 3.645             |
| PSE140   | 4.462             | PSC140      | 3.955             | PSR140    | 5.016             | PS2R140      | 5.483             | PSW140    | 3.595             | PSB140 | 3.955             |
| PSE150   | 4.617             | PSC150      | 4.111             | PSR150    | 5.171             | PS2R150      | 5.638             | PSW150    | 3.750             | PSB150 | 4.111             |

**Nota:** Otros espesores son fabricados bajo pedido.

Tabla 11 Tabla de espesores

Fuente: Hormi2

## Accesorios

Elementos de malla electrosoldada con geometría especiales, que se usan para unir o reforzar sitios específicos en la construcción.

MRA Malla de refuerzo Angular

MRP Malla de Refuerzo Plano

MRU Malla de Refuerzo en U

### Malla de refuerzo angular

La malla de refuerzo (MA), trata de una malla electrosoldada galvanizada de  $\varnothing$  2.5mm, se fija en amarres de alambres de acero recocido #18 o grapas de amarre. Se utiliza en los lados donde se formen ángulos entre los paneles verticales u horizontales, por ejemplo: entre paneles y pared, losa de entre piso y pared, losa de cubierta con pared y en los paneles de cubierta.

### Malla de refuerzo plano

Este elemento refuerza los vértices de las ventanas y puertas, colocadas diagonalmente a  $45^\circ$ . Sirve de acoplamiento entre paneles o en lugares donde se ha cortado la malla.

### Malla de refuerzo en U

Se usa como elemento de refuerzo en los bordes de puertas y ventanas o en sitios dondequiera refuerzo extra

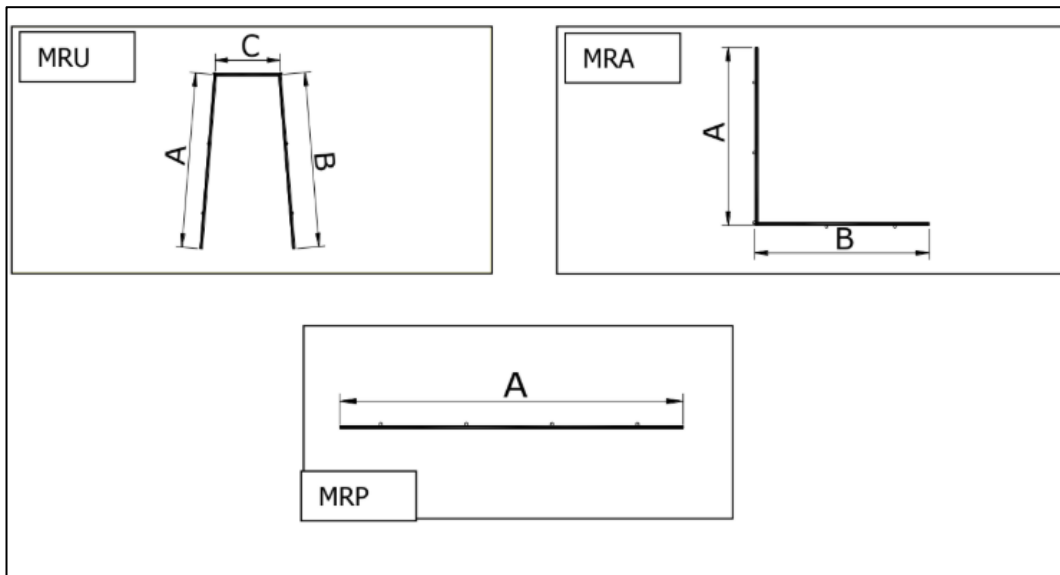


Fig 11 Detalle de Perfilería Hormi2

Fuente: Homir2



### Características de accesorios

| CARACTERISTICAS DE LOS ACCESORIOS |         |          |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|---------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tipo                              | # Long. | # Trans. | A     | B     | C     | Largo | Peso  |
|                                   | uni     | uni      | mm    | mm    | mm    | mm    | Kg.   |
| MRU40                             | 18      | 5        | 150,0 | 150,0 | 50,0  | 1260  | 0,455 |
| MRU50                             | 18      | 5        | 150,0 | 150,0 | 60,0  | 1260  | 0,461 |
| MRU60                             | 18      | 5        | 152,5 | 152,5 | 70,0  | 1260  | 0,471 |
| MRU80                             | 18      | 5        | 150,0 | 150,0 | 90,0  | 1260  | 0,481 |
| MRU100                            | 18      | 6        | 152,0 | 152,0 | 110,0 | 1260  | 0,542 |
| MRU120                            | 18      | 6        | 150,0 | 152,0 | 130,0 | 1260  | 0,553 |
| MRU140                            | 18      | 6        | 150,0 | 150,0 | 150,0 | 1260  | 0,565 |
| MRU150                            | 18      | 6        | 150,0 | 152,0 | 160,0 | 1260  | 0,573 |
| MRA1515                           | 18      | 4        | 150,0 | 150,0 |       | 1260  | 0,377 |
| MRA1530                           | 18      | 6        | 150,0 | 300,0 |       | 1260  | 0,565 |
| MRA2323                           | 18      | 6        | 225,0 | 225,0 |       | 1260  | 0,565 |
| MRP23                             | 18      | 3        | 225,0 |       |       | 1260  | 0,283 |

Tabla 12 Tipos de paneles Hormi2

Fuente: Hormi2

#### Ejemplo de aplicación constructiva Hormi2

Para construir una vivienda que podría ser de 2 plantas se usa el panel PSE60 para paredes portantes interiores y exteriores, este panel es de 6 cm de espesor se lo debe recubrir con 3 cm de micro-hormigón a cada lado, este micro-hormigón generalmente es de resistencia 210 Kgf/cm<sup>2</sup>, salvo que el diseño estructural especifique otra resistencia. Se lo realiza con

arena dosificada con granulometría de 2 mm a 6 mm, cemento, agua y un aditivo plastificante. Se alcanza una pared de 12 cm de espesor.

El hormigón debe ser lanzado con máquina, por ejemplo: la MINIG de Turbosol.

Para las losas usa el panel PS2R120, losa de entrepiso y PS2R100 losa de cubierta. Se apuntala y se debe verter 5 cm de hormigón normal de 210 en la carpeta de compresión, y 3 cm de micro-hormigón en la parte inferior. Se alcanza una losa de 20 cm.

La cimentación se maneja con una losa de cimentación de viga inferior bajo las paredes.

#### **4.1.6 Presentación de alternativas para cumplimiento de LEED con aplicación de Ingeniería de Valor**

A continuación, se presenta las alternativas seleccionadas de los tres tipos de edificación de nivel bajo, medio y alto, para obtener un puntaje de calificación LEED, a través de la aplicación de Ingeniería de Valor, buscando reducir costos de ciclo de vida, mejor calidad y disminución del impacto ambiental.

De acuerdo a los resultados obtenidos según la tabla de detalles de cada alternativa propuesta con Ingeniería de Valor, se obtiene que el sistema constructivo Hormi2 alcanza el mayor porcentaje de valoración en comparación el sistema tradicional, lo que significa que aplicando esta nueva propuesta se alcanza mejores resultados, en cuanto a la reducción del tiempo de ejecución, menores costos de materiales y mano de obra. Todo esto favorece no solo al tema económico en la etapa constructiva,

sino también a la parte ambiental que es una de las causas en el área de construcción que generan gran impacto ambiental y adicional genera mayor confort a los usuarios finales y menores gastos a largo plazo en pagos de consumo energético por reducción de energía utilizada para la climatización. Y una vez definido que sistema constructivo se aplicara se procede a realizar la calificación LEED Homes para obtener un puntaje de permita definir como una edificación sostenible.

Las siguientes tablas muestran el impacto ambiental que produce cada sistema constructivo, características, el presupuesto de construcción, y la valoración que tiene cada uno.

### **Vivienda “Cristina” Villa España 2**

Para la vivienda Cristina el sistema constructivo Hormi2 tiene una valoración de 3.5% en comparación con el sistema tradicional que presenta un 6.6%. Hormi2 presenta beneficios en su etapa constructiva, menos costos y posee características que son de gran importancia. De acuerdo a la calificación LEED se alcanza a una certificación de 44 puntos, en el cual solo se ha dado mayor prioridad a realizar cambios a los materiales aplicados que son los aportan positivamente y negativamente al cambio climático como se muestra a continuación la calificación.

### **Vivienda “Scarlett” – Sambocity**

Para la vivienda Scarlett el sistema constructivo Hormi2 tiene una valoración de 7% en comparación con el sistema tradicional que presenta un 3.4%. Hormi2 presenta beneficios en su etapa constructiva, menos costos y posee características que son de gran importancia. De acuerdo a

la calificación LEED se alcanza a una certificación de 42 puntos, en el cual solo se ha dado mayor prioridad a realizar cambios a los materiales aplicados que son los aportan positivamente y negativamente al cambio climático como se muestra a continuación la calificación.

### **Vivienda Urbanización Península – Mocolí**

Para la vivienda de la Urb. Península el sistema constructivo Hormi2 tiene una valoración de 2% en comparación con el sistema tradicional que presenta un 1.7%. Hormi2 presenta beneficios en su etapa constructiva, menos costos y posee características que son de gran importancia. De acuerdo a la calificación LEED se alcanza a una certificación de 52 puntos, en el cual solo se ha dado mayor prioridad a realizar cambios a los materiales aplicados que son los aportan positivamente y negativamente al cambio climático como se muestra a continuación la calificación.




| Villa España 2 - Etapa "CRISTINA"                                |   |   |  |
|--|---|---|--|
| Area de construcción:  | 78,25m <sup>2</sup>   |   |  |
| Ingeniería de Valor  | Sistema Constructivos   |   |  |
|  | Tradicional   | Steel Frame   | Hormi2   |
| <b>Imagen representativa del sistema constructivo</b>            |    |   |   |
| <b>Características</b>   | Estructura hormigón portante<br>Encofrado<br>Herramientas menores<br>Maquinarias ( Volquetas-<br>concreteras) Mampostería<br>Sistema constructivo<br>improvisado<br>Mal manejo y gasto de recursos<br>Costo elevado en mano de obra<br>Tiempo de ejecución demorada | Mano de obra calificada<br>Facilidad de combinar con<br>otros sistemas constructivos<br>Capacidad portante<br>Diseño no tiene limites<br>Liviano<br>Alta resistencia<br>Aislamiento térmico y<br>acústico<br>Minimiza trabajo en obra<br>Construcción en seco,<br>disminuye el uso de recursos<br>naturales y desperdicios<br>Reciclable<br>Tiempo de ejecución rápida y<br>eficiente | Sostenible<br>Ahorro energético<br>Ligero<br>Versátil<br>Capacidad portante<br>Aislamiento térmico<br>Resistente a la cargas<br>Resistencia al fuego<br>Resistente a sismos<br>Resistente a<br>explosiones<br>Rápida ejecución |
| Aspectos Técnicos  |   |   |  |
| Tiempo de ejecución  | 3 meses   | 25 a 30 días  | 2 meses  |
| Instalaciones Provisionales, obra preliminar, mejoras al terreno | \$ 520,74   | \$ 520,74   | \$ 520,74  |
| Estructuras y cubierta   | \$ 7.294,98   | \$ 6.324,00   | \$ 9.090,28  |
| Sobre piso, Paredes , recubrimiento ,en                          | \$ 17.236,61  | \$ 25.436,98  | \$ 2.239,37  |
| Instalaciones eléctricas   | \$ 2.273,00   | \$ 2.273,00   | \$ 2.273,00  |
| Instalaciones para tuberías aguas lluvias, AAAPP fría y AASS     | \$ 1.468,50   | \$ 1.468,50   | \$ 1.468,50  |
| Pinturas   | \$ 2.800,26   | \$ 4.470,00   | \$ 3.140,64  |
| Tumbado  | \$ 413,37   | \$ 2.086,70   |  |
| Piezas sanitarias  | \$ 685,71   | \$ 1.000,00   | \$ 1.000,00  |
| Ventanas y puertas   | \$ 2.630,25   | \$ 2.630,25   | \$ 2.630,25  |
| Limpieza General   | \$ 356,18   | \$ 150,00   | \$ 150,00  |
| <b>Gasto en construcción</b>                                     | <b>\$ 35.679,60</b>   | <b>\$ 46.360,17</b>   | <b>\$ 22.512,78</b>  |
| <b>Función 1-10</b>  | <b>7</b>  | <b>10</b>   | <b>9</b>   |
| <b>Calidad 1-10</b>  | <b>9</b>  | <b>10</b>   | <b>10</b>  |
| <b>Costo m2</b>  | <b>\$ 455,97</b>  | <b>\$ 592,46</b>  | <b>\$ 287,70</b>   |
| <b>VALOR = <math>\frac{(Función + Calidad)}{Costo}</math></b>    | <b>3,5%</b>   | <b>3,4%</b>   | <b>6,6%</b>  |

Tabla 13. Análisis de Sistema Constructivo con Ingeniería de Valor Vivienda "Cristina"  
Villa España 2

Fuente: Autor

| LEED v4.1 BD+C Single Family  |  |   |                  |                  |
|---|--|---|------------------|------------------|
| Calificación Vivienda Cristina  |  |   |                  |                  |
| Project Address   |  |   |                  |                  |
| Note: The information on this tab is READ-ONLY. To edit this information, see the Credit Category tabs. |  |   |                  |                  |
|   |  |   | 1ER EVALUACION   | 2DA EVALUACION   |
|                        | <b>Proceso Integrador</b>                                      | Puntos posibles   | 0 a 2            |                  |
|   | <b>IPc</b>   | <b>Proceso integrador</b>   | 0 of 2           | 1 of 2           |
|                        | <b>Localización y Transporte</b>                               | Preliminar Y  | 9 a 10           |                  |
|   | <b>LTP</b>   | Evitar terrenos inundables  | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>LTc</b>   | LEED para Localización en Desarrollo Urbano                               | 0 of 10          | 1 of 10          |
|   | <b>LTc</b>   | Selección de la parcela   | 2 of 6           | 2 of 6           |
|   | <b>LTc</b>   | Desarrollo compacto   | 1 of 1           | 1 of 1           |
|   | <b>LTc</b>   | Recursos de la comunidad  | 1 of 1           | 1 of 1           |
|   | <b>LTc</b>   | Acceso al transporte Publico  | 1 of 2           | 1 of 2           |
|                        | <b>Sitios sustentables</b>                                     | Preliminar Y  | 3 a 5            |                  |
|   | <b>SSp</b>   | Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción                | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>SSp</b>   | Plantas No invasivas  | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>SSc</b>   | Reducción de las Islas de Calor   | 1 of 1           | 1 of 1           |
|   | <b>SSc</b>   | Gestión de Agua Lluvia  | 0 of 2           | 1 of 2           |
|   | <b>SSc</b>   | Control de pesticidas No tóxicos  | 2 of 2           | 2 of 2           |
|                        | <b>Eficiencia del Agua</b>                                     | Preliminar Y  | 10 a 15          |                  |
|   | <b>WEp</b>   | Consumo de Agua   | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>WEp</b>   | Contador de Agua  | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>WEc</b>   | Consumo total de Agua   | 0 of 15          | 1 of 15          |
|   | <b>WEc</b>   | Consumo de Agua en el Interior  | 8 of 11          | 8 of 11          |
|   | <b>WEc</b>   | Consumo de Agua en el Exterior  | 2 of 4           | 1 of 4           |
|                        | <b>Energía y Atmosfera</b>                                     | Preliminar Y  | 0 a 40           |                  |
|   | <b>EAp</b>   | Mínima Eficiencia Energética  | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>EAp</b>   | Contador de Energía   | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>EAp</b>   | Formación de propietario, inquilino o Gestor del Edificio                 | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>EAc</b>   | Consumo de Energía Anual  | 0 of 36          | 1 of 36          |
|   | <b>EAc</b>   | Sistema de Distribución de Agua Caliente Eficiente                        | 0 of 2           | 1 of 2           |
|   | <b>EAc</b>   | Puesta en marcha certificada del Sistema de HVAC                          | 0 of 1           | 0 of 1           |
|   | <b>EAc</b>   | Manejo de refrigerantes   | 0 of 1           | 0 of 1           |
|                      | <b>Materiales y recursos</b>                                   | Preliminar Y  | 6 a 12           |                  |
|   | <b>MRp</b>   | Madera tropical certificada   | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>MRp</b>   | Gestión de durabilidad  | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>MRc</b>   | Verificación de la gestión de la Durabilidad                              | 3 of 3           | 3 of 3           |
|   | <b>MRc</b>   | Productos ambientalmente preferibles                                      | 2 of 5           | 4 of 5           |
|   | <b>MRc</b>   | Gestión de residuos de Construcción                                       | 0 of 2           | 1 of 2           |
|   | <b>MRc</b>   | Eficiencia del Material de los Marcos                                     | 0 of 2           | 1 of 2           |
|                      | <b>Calidad Ambiental Interior</b>                              | Preliminar Y  | 0 a 16           |                  |
|   | <b>EQp</b>   | Ventilación   | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>EQp</b>   | Ventilación de la combustión  | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>EQp</b>   | Protección de los contaminantes en los Garajes                            | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>EQp</b>   | Construcción Resistente al Radón  | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>EQp</b>   | Filtros de Aire   | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>EQp</b>   | Compartimentación   | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>EQc</b>   | Ventilación mejorada  | 0 of 3           | 1 of 3           |
|   | <b>EQc</b>   | Control de Contaminantes  | 0 of 3           | 1 of 3           |
|   | <b>EQc</b>   | Equilibrio en los sistemas de distribución de calefacción y refrigeración | 0 of 6           | 0 of 6           |
|   | <b>EQc</b>   | Productos de baja emisión   | 0 of 4           | 3 of 4           |
|                      | <b>Innovación</b>  | Preliminar Y  | 0 a 6            |                  |
|   | <b>INp</b>   | Calificación preliminar   | Requerido        | Requerido        |
|   | <b>INc</b>   | Innovación  | 0 of 5           | 4 of 5           |
|   | <b>INc</b>   | Profesional acreditado LEED   | 0 of 1           | 0 of 1           |
|                      | <b>Prioridad regional</b>                                      | Preliminar Y  | 0 a 4            |                  |
|   | <b>RPc</b>   | Prioridad regional  | 0 of 4           | 4 of 4           |
| <b>Total</b>  |  | <b>Preliminar Y</b>   | <b>23 of 110</b> | <b>44 of 110</b> |
| <b>Certificación Thresholds</b>   | Certified: 40-49, Silver: 50-59, Gold: 60-79, Platinum: 80-110 |   |                  |                  |

Tabla 14 Calificación LEED Vivienda “Cristina” Villa España 2

Fuente: Autor



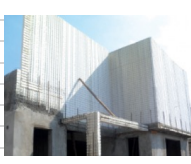
| SAMBOCITY - Etapa "SCARLET"                                      |  |   |  |
|--|--|---|--|
| Área de construcción:  | 93,60m <sup>2</sup>  |   |  |
| Ingeniería de Valor  | Sistema Constructivos  |   |  |
|  | Tradicional  | Steel Frame   | Hormi <sup>2</sup>   |
| Imagen representativa del sistema constructivo                   |   |   |   |
| Características  | Estructura hormigón portante<br>Encofrado<br>Herramientas menores<br>Maquinarias ( Volquetas-concreteras) Mampostería<br>Sistema constructivo improvisado<br>Mal manejo y gasto de recursos<br>Costo elevado en mano de obra<br>Tiempo de ejecución demorada | Mano de obra calificada<br>Facilidad de combinar con otros sistemas constructivos<br>Capacidad portante<br>Diseño no tiene límites<br>Liviano<br>Alta resistencia<br>Aislamiento térmico y acústico<br>Minimiza trabajo en obra<br>Construcción en seco, disminuye el uso de recursos naturales y desperdicios Reciclable<br>Tiempo de ejecución rápida y eficiente | Sostenible<br>Ahorro energético<br>Ligero<br>Versátil<br>Capacidad portante<br>Aislamiento térmico<br>Resistente a la cargas<br>Resistencia al fuego<br>Resistente a sismos<br>Resistente a explosiones<br>Rápida ejecución<br>Reduce la producción de CO2 casi un 60% respecto la construcción convencional |
| Aspectos Técnicos  |  |   |  |
| Tiempo de ejecución  | 3 meses  | 2 meses   | 1.5 meses  |
| Instalaciones Provisionales, obra preliminar, mejoras al terreno | \$ 296,84  | \$ 296,84   | \$ 296,84  |
| Estructuras y cubierta   | \$ 10.319,96   | \$ 15.835,48  | \$ 9.889,42  |
| Sobre piso, Paredes , recubrimiento , en                         | \$ 20.007,55   | \$ 20.561,50  | \$ 2.508,61  |
| Instalaciones eléctricas   | \$ 2.604,00  | \$ 2.604,00   | \$ 2.604,00  |
| Instalaciones para tuberías aguas lluvias, AAAPP fría y AASS     | \$ 2.153,50  | \$ 2.153,50   | \$ 2.153,00  |
| Pinturas   | \$ 3.447,91  | \$ 2.037,00   | \$ 3.611,52  |
| Tumbado  | \$ 424,62  | \$ 2.667,10   |  |
| Piezas sanitarias  | \$ 820,71  | \$ 1.000,00   | \$ 1.000,00  |
| Ventanas y puertas   | \$ 3.125,06  | \$ 3.125,06   | \$ 3.125,06  |
| Limpieza General   | \$ 356,18  | \$ 150,00   | \$ 150,00  |
| <b>Gasto en construcción</b>                                     | <b>\$ 43.556,33</b>  | <b>\$ 50.430,48</b>   | <b>\$ 25.338,45</b>  |
| <b>Función 1-10</b>  | <b>7</b>   | <b>10</b>   | <b>9</b>   |
| <b>Calidad 1-10</b>  | <b>9</b>   | <b>10</b>   | <b>10</b>  |
| <b>Costo m<sup>2</sup></b>                                       | <b>\$ 465,35</b>   | <b>\$ 538,79</b>  | <b>\$ 270,71</b>   |
| VALOR = $\frac{(Función + Calidad)}{Costo}$                      | 3,4%   | 3,7%  | 7,0%   |

Tabla 15. Análisis de Sistema Constructivo con Ingeniería de Valor  
Vivienda "Scarlett" – Sambocity

Fuente: Autor









| LEED v4.1 BD+C Single Family  |   |                 |            |            |
|---|---|-----------------|------------|------------|
| Calificación Vivienda Scarlet   |   |                 |            |            |
| Project Address   |   |                 |            |            |
| Note: The información on this tab is READ-ONLY. To edit this information, see the Credit Category tabs. |   |                 |            |            |
|   |   |                 | 1ER        | 2DA        |
|   |   |                 | EVALUACION | EVALUACION |
|                        | <b>Proceso Integrador</b>   | Puntos posibles | 0 a 2      |            |
| <b>IPc</b>  | Proceso integrador  |                 | 0 of 2     | 1 of 2     |
|                        | <b>Localización y Transporte</b>  | Preliminar Y    | 9 a 10     |            |
| <b>LTp</b>  | Evitar terrenos inundables  |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>LTc</b>  | LEED para Localización en Desarrollo Urbano                               |                 | 0 of 10    | 1 of 10    |
| <b>LTc</b>  | Selección de la parcela   |                 | 2 of 6     | 2 of 6     |
| <b>LTc</b>  | Desarrollo compacto   |                 | 1 of 1     | 1 of 1     |
| <b>LTc</b>  | Recursos de la comunidad  |                 | 1 of 1     | 1 of 1     |
| <b>LTc</b>  | Acceso al transporte Publico  |                 | 1 of 2     | 1 of 2     |
|                        | <b>Sitios sustentables</b>  | Preliminar Y    | 3 a 5      |            |
| <b>SSp</b>  | Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción                |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>SSp</b>  | Plantas No invasivas  |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>SSc</b>  | Reducción de las Islas de Calor   |                 | 1 of 1     | 1 of 1     |
| <b>SSc</b>  | Gestión de Agua Lluvia  |                 | 1 of 2     | 1 of 2     |
| <b>SSc</b>  | Control de pesticidas No tóxicos  |                 | 1 of 2     | 1 of 2     |
|                        | <b>Eficiencia del Agua</b>  | Preliminar Y    | 10 a 15    |            |
| <b>WEp</b>  | Consumo de Agua   |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>WEp</b>  | Contador de Agua  |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>WEc</b>  | Consumo total de Agua   |                 | 0 of 15    | 0 of 15    |
| <b>WEc</b>  | Consumo de Agua en el Interior  |                 | 8 of 11    | 8 of 11    |
| <b>WEc</b>  | Consumo de Agua en el Exterior  |                 | 1 of 4     | 1 of 4     |
|                        | <b>Energía y Atmosfera</b>  | Preliminar Y    | 0 a 40     |            |
| <b>EAp</b>  | Mínima Eficiencia Energética  |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>EAp</b>  | Contador de Energía   |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>EAp</b>  | Formación de propietario, inquilino o Gestor del Edificio                 |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>EAc</b>  | Consumo de Energía Anual  |                 | 0 of 36    | 1 of 36    |
| <b>EAc</b>  | Sistema de Distribución de Agua Caliente Eficiente                        |                 | 0 of 2     | 1 of 2     |
| <b>EAc</b>  | Puesta en marcha certificada del Sistema de HVAC                          |                 | 0 of 1     | 0 of 1     |
| <b>EAc</b>  | Manejo de refrigerantes   |                 | 0 of 1     | 0 of 1     |
|                      | <b>Materiales y recursos</b>  | Preliminar Y    | 6 a 12     |            |
| <b>MRp</b>  | Madera tropical certificada   |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>MRp</b>  | Gestión de durabilidad  |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>MRc</b>  | Verificación de la gestión de la Durabilidad                              |                 | 2 of 3     | 3 of 3     |
| <b>MRc</b>  | Productos ambientalmente preferibles                                      |                 | 1 of 5     | 4 of 5     |
| <b>MRc</b>  | Gestión de residuos de Construcción                                       |                 | 0 of 2     | 1 of 2     |
| <b>MRc</b>  | Eficiencia del Material de los Marcos                                     |                 | 0 of 2     | 1 of 2     |
|                      | <b>Calidad Ambiental Interior</b>   | Preliminar Y    | 0 a 16     |            |
| <b>EQp</b>  | Ventilación   |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>EQp</b>  | Ventilación de la combustión  |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>EQp</b>  | Protección de los contaminantes en los Garajes                            |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>EQp</b>  | Construcción Resistente al Radón  |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>EQp</b>  | Filtros de Aire   |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>EQp</b>  | Compartimentación   |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>EQc</b>  | Ventilación mejorada  |                 | 0 of 3     | 1 of 3     |
| <b>EQc</b>  | Control de Contaminantes  |                 | 0 of 3     | 1 of 3     |
| <b>EQc</b>  | Equilibrio en los sistemas de distribución de calefacción y refrigeración |                 | 0 of 6     | 0 of 6     |
| <b>EQc</b>  | Productos de baja emisión   |                 | 0 of 4     | 3 of 4     |
|                      | <b>Innovación</b>   | Preliminar Y    | 0 a 6      |            |
| <b>INp</b>  | Calificación preliminar   |                 | Requerido  | Requerido  |
| <b>INc</b>  | Innovación  |                 | 0 of 5     | 4 of 5     |
| <b>INc</b>  | Profesional acreditado LEED   |                 | 0 of 1     | 0 of 1     |
|                      | <b>Prioridad regional</b>   | Preliminar Y    | 0 a 4      |            |
| <b>RPc</b>  | Prioridad regional  |                 | 0 of 4     | 4 of 4     |
| <b>Total</b>  |   | Preliminar Y    | 20 of 110  | 42 of 110  |
| <b>Certificación Thresholds</b>   | Certified: 40-49, Silver: 50-59, Gold: 60-79, Platinum: 80-110            |                 |            |            |

Tabla 16. Certificación LEED Vivienda “Scarlett” – Sambocity

Fuente: Autor



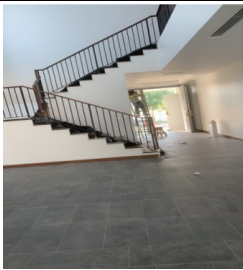

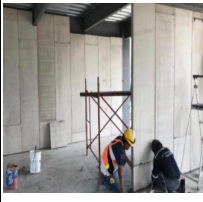
| Mocolí- Urbanización Península                                   |  |   |  |
|--|--|---|--|
| Área de construcción:  | 446,55 m <sup>2</sup>  |   |  |
| Sistema Constructivos  |  |   |  |
| Ingeniería de Valor  | Tradicional  | Hormi2  | Paredes Alivianadas  |
| Imagen representativa del sistema constructivo                   |   |   |   |
| Características  | Estructura hormigón portante<br>Encofrado<br>Herramientas menores<br>Maquinarias ( Volquetas-concreteras) Mampostería<br>Sistema constructivo improvisado<br>Mal manejo y gasto de recursos<br>Costo elevado en mano de obra<br>Tiempo de ejecución demorada | Mano de obra calificada<br>Facilidad de combinar con otros sistemas constructivos<br>Capacidad portante<br>Diseño no tiene límites<br>Liviano<br>Alta resistencia<br>Aislamiento térmico y acústico<br>Minimiza trabajo en obra<br>Construcción en seco, disminuye el uso de recursos naturales y desperdicios Reciclable<br>Tiempo de ejecución rápida y eficiente | Liviano<br>Buen comportamiento sísmico<br>Amigable con el medio ambiente<br>No tóxico<br>Resistente a la humedad<br>Resistente al fuego<br>Incrementa área útil<br>Fácil y rápida instalación<br>Resistente a cargas puntuales |
| Aspectos Técnicos  |  |   |  |
| Tiempo de ejecución  | 7 meses  | 5 meses   | 6 meses  |
| Instalaciones Provisionales, obra preliminar, mejoras al terreno | \$ 18.661,31   | \$ 18.661,31  | \$ 18.661,31   |
| Estructuras, cubierta y obras complementarias                    | \$ 90.871,49   | \$ 42.706,35  | \$ 93.054,44   |
| Sobre piso, recubrimiento  | \$ 81.827,20   | \$ 53.440,00  | \$ 53.440,00   |
| Instalaciones eléctricas y aire acondicionado                    | \$ 62.928,61   | \$ 62.928,61  | \$ 62.928,61   |
| Instalaciones sanitarias , cisterna y sistema riego              | \$ 15.000,00   | \$ 15.000,00  | \$ 15.000,00   |
| Pinturas   | \$ 12.390,00   | \$ 12.390,00  | \$ 12.390,00   |
| Tumbado  | \$ 8.502,00  |   | \$ 8.502,00  |
| Jardinería y Piscinas  | \$ 26.000,00   | \$ 26.000,00  | \$ 26.000,00   |
| Ventanas, puertas, apergollado, closets, pasamanos               | \$ 58.995,0  | \$ 58.995,00  | \$ 58.995,00   |
| Aluminio y vidrio en ventas puertas y mampara                    | \$ 51.551,35   | \$ 51.551,35  | \$ 51.551,35   |
| Limpieza General   | \$ 1.331,20  | \$ 1.331,20   | \$ 1.331,20  |
| <b>Gasto en construcción</b>                                     | <b>\$ 428.058,16</b>   | <b>\$ 343.003,82</b>  | <b>\$ 401.853,91</b>   |
| <b>Función 1-10</b>  | <b>7</b>   | <b>9</b>  | <b>9</b>   |
| <b>Calidad 1-10</b>  | <b>9</b>   | <b>10</b>   | <b>10</b>  |
| <b>Costo m<sup>2</sup></b>                                       | <b>\$ 958,59</b>   | <b>\$ 768,12</b>  | <b>\$ 899,91</b>   |
| $VALOR = \frac{(Función + Calidad)}{Costo}$                      | <b>1,7%</b>  | <b>2,5%</b>   | <b>2%</b>  |

Tabla 17. Análisis de Sistema Constructivo con Ingeniería de Valor  
Vivienda Urbanización Península – Mocolí

Fuente: Autor

| LEED v4.1 BD+C Single Family  |  |   |                       |                       |
|---|--|---|-----------------------|-----------------------|
| <b>Calificación Vivienda Mocolí</b>   |  |   |                       |                       |
| Note: The information on this tab is READ-ONLY. To edit this information, see the Credit Category tabs. |  |   |                       |                       |
|   |  |   | <b>1ER EVALUACION</b> | <b>2DA EVALUACION</b> |
|                        | <b>Proceso Integrador</b>                                      | Puntos posibles   | 0 a 2                 |                       |
|   | <b>IPc</b>   | <b>Proceso integrador</b>   | 0 of 2                | 1 of 2                |
|                        | <b>Localización y Transporte</b>                               | Preliminar Y  | 9 a 10                |                       |
|   | <b>LTP</b>   | Evitar terrenos inundables  | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>LTc</b>   | LEED para Localización en Desarrollo Urbano                               | 0 of 10               | 1 of 10               |
|   | <b>LTc</b>   | Selección de la parcela   | 3 of 6                | 3 of 6                |
|   | <b>LTc</b>   | Desarrollo compacto   | 0 of 1                | 1 of 1                |
|   | <b>LTc</b>   | Recursos de la comunidad  | 0 of 1                | 1 of 1                |
|   | <b>LTc</b>   | Acceso al transporte Publico  | 0 of 2                | 1 of 2                |
|                        | <b>Sitios sustentables</b>                                     | Preliminar Y  | 3 a 5                 |                       |
|   | <b>SSp</b>   | Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción                | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>SSp</b>   | Plantas No invasivas  | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>SSc</b>   | Reducción de las Islas de Calor   | 0 of 1                | 1 of 1                |
|   | <b>SSc</b>   | Gestión de Agua Lluvia  | 0 of 2                | 2 of 2                |
|   | <b>SSc</b>   | Control de pesticidas No tóxicos  | 1 of 2                | 2 of 2                |
|                        | <b>Eficiencia del Agua</b>                                     | Preliminar Y  | 10 a 15               |                       |
|   | <b>WEp</b>   | Consumo de Agua   | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>WEp</b>   | Contador de Agua  | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>WEc</b>   | Consumo total de Agua   | 0 of 15               | 0 of 15               |
|   | <b>WEc</b>   | Consumo de Agua en el Interior  | 5 of 11               | 8 of 11               |
|   | <b>WEc</b>   | Consumo de Agua en el Exterior  | 1 of 4                | 2 of 4                |
|                        | <b>Energía y Atmosfera</b>                                     | Preliminar Y  | 0 a 40                |                       |
|   | <b>EAp</b>   | Mínima Eficiencia Energética  | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>EAp</b>   | Contador de Energía   | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>EAp</b>   | Formación de propietario, inquilino o Gestor del Edificio                 | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>EAc</b>   | Consumo de Energía Anual  | 0 of 36               | 1 of 36               |
|   | <b>EAc</b>   | Sistema de Distribución de Agua Caliente Eficiente                        | 0 of 2                | 1 of 2                |
|   | <b>EAc</b>   | Puesta en marcha certificada del Sistema de HVAC                          | 0 of 1                | 1 of 1                |
|   | <b>EAc</b>   | Manejo de refrigerantes   | 0 of 1                | 1 of 1                |
|                       | <b>Materiales y recursos</b>                                   | Preliminar Y  | 6 a 12                |                       |
|   | <b>MRp</b>   | Madera tropical certificada   | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>MRp</b>   | Gestión de durabilidad  | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>MRC</b>   | Verificación de la gestión de la Durabilidad                              | 2 of 3                | 3 of 3                |
|   | <b>MRC</b>   | Productos ambientalmente preferibles                                      | 2 of 5                | 3 of 5                |
|   | <b>MRC</b>   | Gestión de residuos de Construcción                                       | 0 of 2                | 1 of 2                |
|   | <b>MRC</b>   | Eficiencia del Material de los Marcos                                     | 0 of 2                | 1 of 2                |
|                      | <b>Calidad Ambiental Interior</b>                              | Preliminar Y  | 0 a 16                |                       |
|   | <b>EQp</b>   | Ventilación   | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>EQp</b>   | Ventilación de la combustión  | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>EQp</b>   | Protección de los contaminantes en los Garajes                            | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>EQp</b>   | Construcción Resistente al Radón  | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>EQp</b>   | Filtros de Aire   | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>EQp</b>   | Compartimentación   | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>EQc</b>   | Ventilación mejorada  | 0 of 3                | 2 of 3                |
|   | <b>EQc</b>   | Control de Contaminantes  | 0 of 3                | 2 of 3                |
|   | <b>EQc</b>   | Equilibrio en los sistemas de distribución de calefacción y refrigeración | 0 of 6                | 2 of 6                |
|   | <b>EQc</b>   | Productos de baja emisión   | 0 of 4                | 4 of 4                |
|                      | <b>Innovación</b>  | Preliminar Y  | 0 a 6                 |                       |
|   | <b>INp</b>   | Calificación preliminar   | Requerido             | Requerido             |
|   | <b>INc</b>   | Innovación  | 0 of 5                | 4 of 5                |
|   | <b>INc</b>   | Profesional acreditado LEED   | 0 of 1                | 0 of 1                |
|                      | <b>Prioridad regional</b>                                      | Preliminar Y  | 0 a 4                 |                       |
|   | <b>RPc</b>   | Prioridad regional  | 0 of 4                | 4 of 4                |
| <b>Total</b>  |  | <b>Preliminar Y</b>   | <b>14 of 110</b>      | <b>52 of 110</b>      |
| <b>Certificación Thresholds</b>   | Certified: 40-49, Silver: 50-59, Gold: 60-79, Platinum: 80-110 |   |                       |                       |

Tabla 18. Certificación LEED Vivienda Urbanización Península – Mocolí

Fuente: Autor

## CAPITULO 5

### 5.1 Conclusiones

Cabe destacar que se logró con el objetivo definido de obtener en la ciudad de Guayaquil edificaciones de menor costo con un valor mayor, usando la Ingeniería de Valor como herramienta de análisis en la búsqueda de mejores estrategias que se podrían aplicar para obtener una certificación sostenible LEED a viviendas construidas en Guayaquil.

Como resultado del análisis de los sistemas constructivos para las tres edificaciones en Guayaquil en el siguiente cuadro de detalles se hace la comparación entre el sistema tradicional y el sistema Hormi2:

| Vivienda Rango   | Costo Tradicional Construcción | LEED tradicional | % VE Tradicional | Costo Hormi2 Construcción | LEED con Hormi2 | % VE Hormi2 |
|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
| Cristina Bajo    | \$35.679,6<br>3 meses          | 23/100           | 3,50%            | \$ 22.512,78<br>2 meses   | 44/100          | 6,60%       |
| Scarlett Medio   | \$43.556,33<br>3 meses         | 20/100           | 3,40%            | \$ 25.338,45<br>1.5 meses | 42/100          | 7.00%       |
| Casa Mocolí Alto | \$428.058,16<br>7 meses        | 14/100           | 1.7%             | \$401.853,91<br>5 meses   | 52/100          | 2.00%       |

Tabla 18 Detalle de resultados

Fuente: Autor

En efecto, de acuerdo a los datos numéricos obtenidos, haciendo énfasis al porcentaje de valoración y al costo menor en la etapa constructiva, se puede decir que el sistema Homi2, es un modelo de desarrollo sostenible que genera mayor valor dado que es un producto que presenta menores costos de inversión con una mejor eficiencia disminuyendo el consumo de energía y desperdicios de recursos mientras considera el cuidado medio ambiental y económico, en beneficio de la sociedad actual y futura.

Todos los proyectos tienen diferencias, pues no siempre se podrá decir que un mismo procedimiento favorece a otro proyecto. El costo inicial de un proyecto es de relevancia en la búsqueda de soluciones puesto que, va de la mano con la idea de calidad desde la visión del cliente.

La aplicación de Ingeniería de Valor como una herramienta de estudio de técnicas sostenibles en diseño y construcción junto al sistema de certificación LEED en construcción, se aplicó para sacar provecho a los recursos que mejor se adapten al proyecto, permitiendo obtener un mejor resultado para contar con edificaciones amigables al medio ambiente al menor costo por medio de la reducción de gastos innecesarios en tanto mejora la calidad y aumenta el valor de propiedad alcanzado así un ahorro durante la vida útil del mismo.

## **5.2 Recomendaciones**

Es importante que se realicen programas de capacitación dirigido todos los profesionales dedicados de la ingeniería civil, para conseguir aceptación sobre temas de aplicación de ingeniería de valor como una herramienta principal a los proyectos de diseño y construcción.

Hacer hincapié a los diseñadores y constructores que las construcciones sostenibles son una inversión a largo plazo, debido a la disminución de costos de operación a lo largo del proyecto, favoreciendo a la economía y al mismo tiempo reduciendo el impacto de la huella ecológica que las edificaciones generan.

Para tener una adecuada elección de propuestas, se debe de realizar una descripción de la utilidad de los componentes, basados en la función y costos de ciclo de vida del proyecto.

Finalmente, continuar con el proyecto de investigación sobre las edificaciones sostenibles con la implementación de la Ingeniería de Valor, pero de manera más detallada en cada uno de los criterios de estudio LEED, fomentando el uso de sistemas ambientales de conservación de agua y energía alternativa que ya existen en el mercado, pero debido a los costos elevados los usuarios optan por seguir haciendo uso de la energía no renovable sin considerar los daños a largo plazo al ambiente.

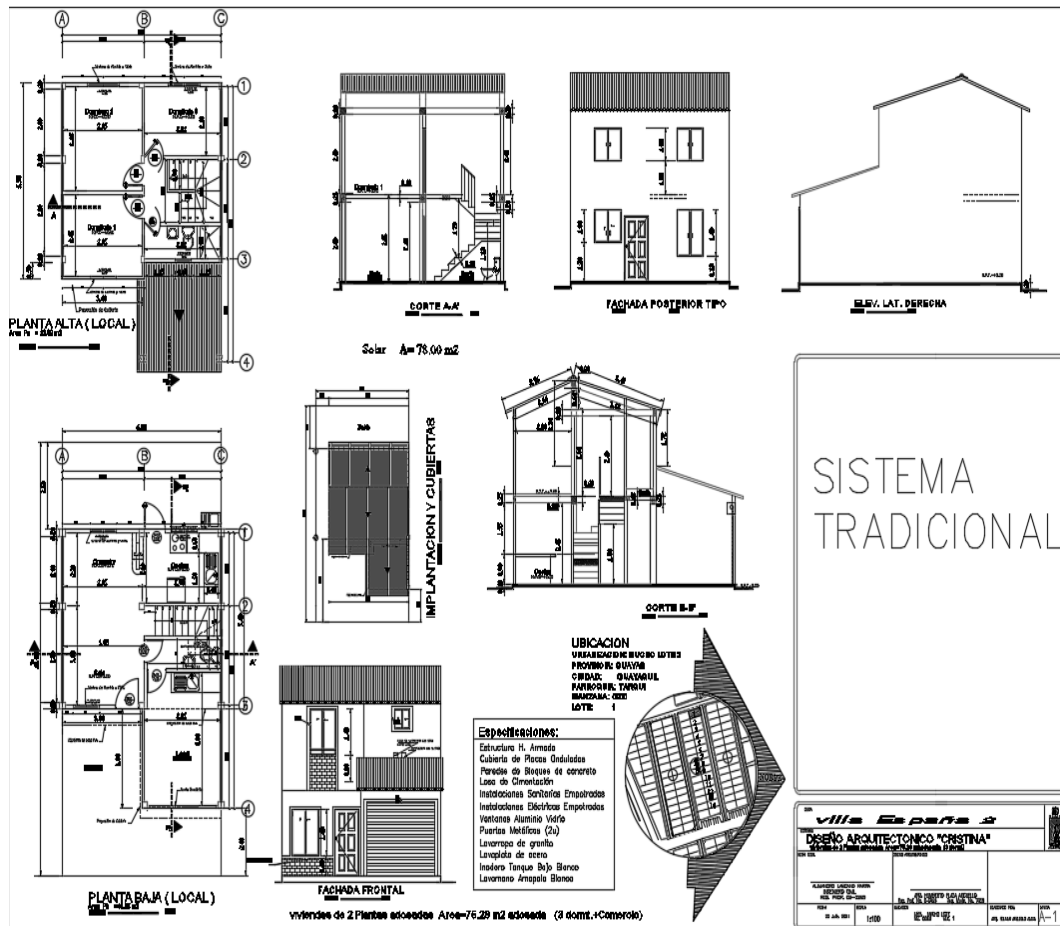
## Bibliografía

- Acerotec. (2016). *Acerotec*. Obtenido de <http://www.acerotec.com.ec/index.php/sistema-lsf/preguntas-frecuentes#2>
- Adriana Orozco, A. P. (2019). "Evaluación de productividad en el sistema portante hormi2 de paneles de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido mediante el uso de formaletas". Quito, Ecuador.
- Angielik González, L. H. (2016). *Evaluación de un edificio de interés social aplicando los criterios de certificación de sostenibilidad de la norma Leed y los requisitos ambientales exigidos por la normativa venezolana*. Venezuela.
- BEA . (2019). *Bioconstrucción y Energía Alternativa* . Obtenido de <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-leed/>
- Bybee, R. W. (1991). *Planet Earth in crisis: how should science educators respond?* Obtenido de *The American Biology Teacher*, 53 (3), 146-153.: <https://abt.ucpress.edu/content/53/3/146.full.pdf+html>
- Calzeta, M. (2012). *Ingeniería de Valor. Beneficios y oportunidades de incremento del valor en obras de ingeniería civil*. Mexico, D.F.
- Cyterszpiller, E. (2011). *Diseño, construcción y operación de un edificio sustentable con certificación Leed*. Buenos Aires.
- Damian, A. M. (2009). *"Leed: Un paradigma para las nuevas construcciones"*. México.
- Hormi2. (2016). *Hormi2*. Obtenido de <http://www.hormi2.com.uy>
- Ihobe, S.A., Sprilur S.A., Urola Garaiko Industrialdea S.A, y Urola Erdiko Industrialdea S.A. (2009). *Guía de edificación ambientalmente sostenible en edificios industriales en la Comunidad Autónoma Del País Vasco*. País Vasco: Ihobe - Sociedad Pública de Gestión Ambiental .
- Kubiec . (2019). *Kubiec "MAS QUE UN BUEN ACERO"*. Obtenido de <https://kubiec.com/kubiframe-construccion-en-seco/>
- M2 Emmedue Advanced Building System. (2019). Obtenido de <https://www.mdue.it/es/emmedue-en-el-mundo.php>
- PANECONS. (2019). *Panecons " Paneles y Construcciones"* . Obtenido de <https://panecons.com>
- PROVIND. (2019). Obtenido de <https://www.provind.com.ec/>

- Ramírez, A. (2002). *La construcción sostenible*. España: Física y Sociedad.
- Riquelme, H. (1991). La Ingeniería de Valor en el proyecto de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, N° 10, Enero-Junio, 12.
- SUMISA S.A. (2014). *Manual Técnico M2 EMMEDUE*. Nicaragua.
- Tapia, C. (2010). *Propuesta de mejoramiento del proceso constructivo para viviendas unifamiliares en el sistema Hormi2, en la empresa J.V.W.* Quito .
- Termosteel Ecuador. (2019). *Termosteel* . Obtenido de <http://termosteel-ecu.com/cimentacion/>
- USGBC. (2013). *Visión General de la Guía de Referencia para Diseño y Construcción de Viviendas (HOMES)*. Obtenido de <http://www.spaingbc.org/web/leedv4-homes.php>

# Anexos

## Etaa "Cristina" Villa España 2

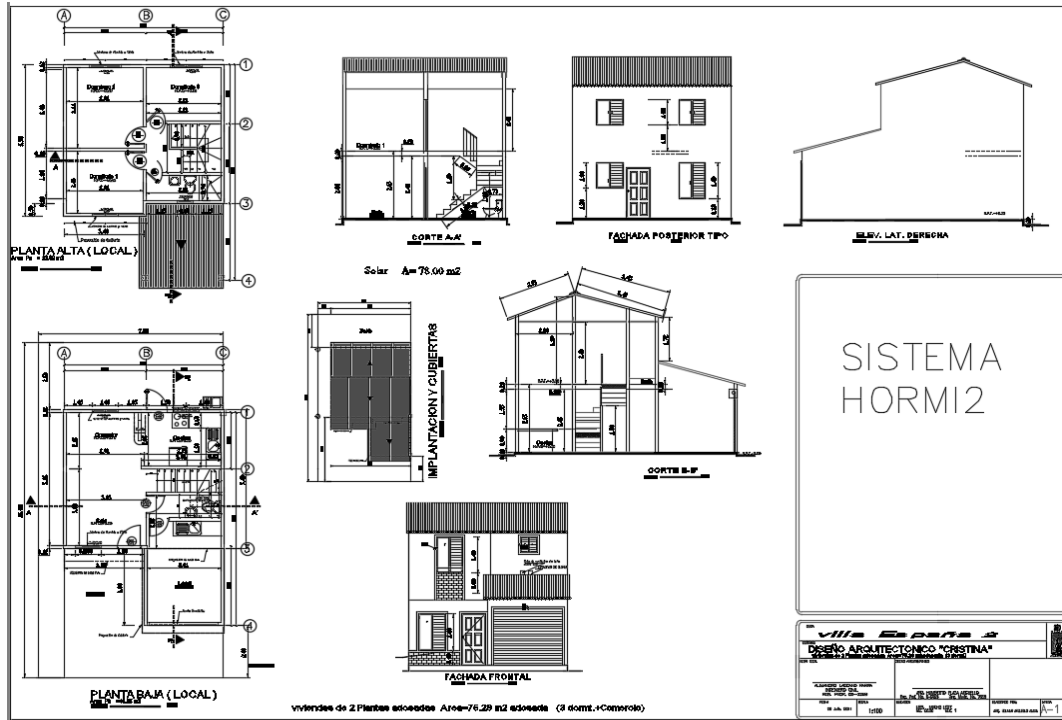


## Etaa Cristina – Diseño arquitectónico Tradicional

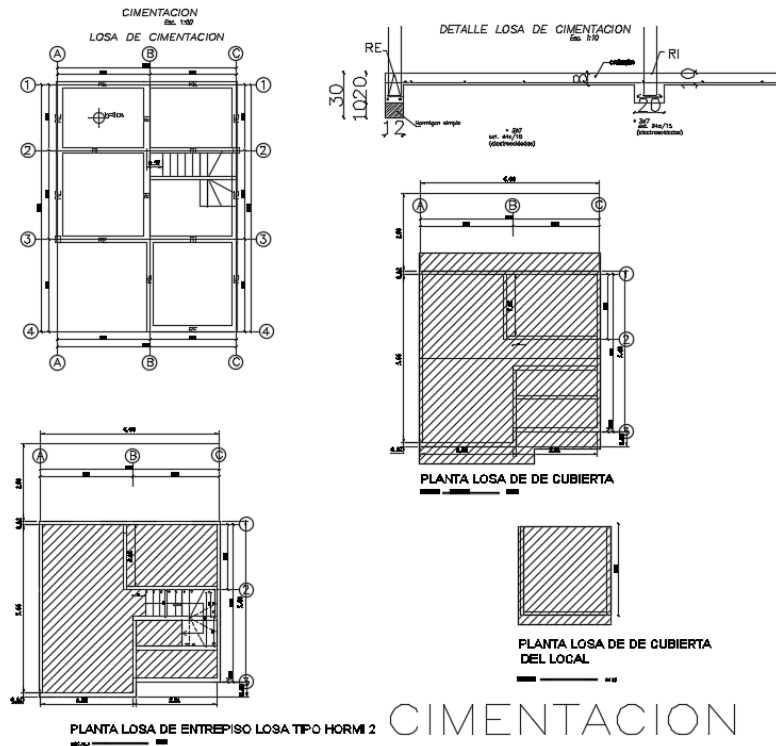




## Etapa "Cristina" Villa España 2 "Hormi2"

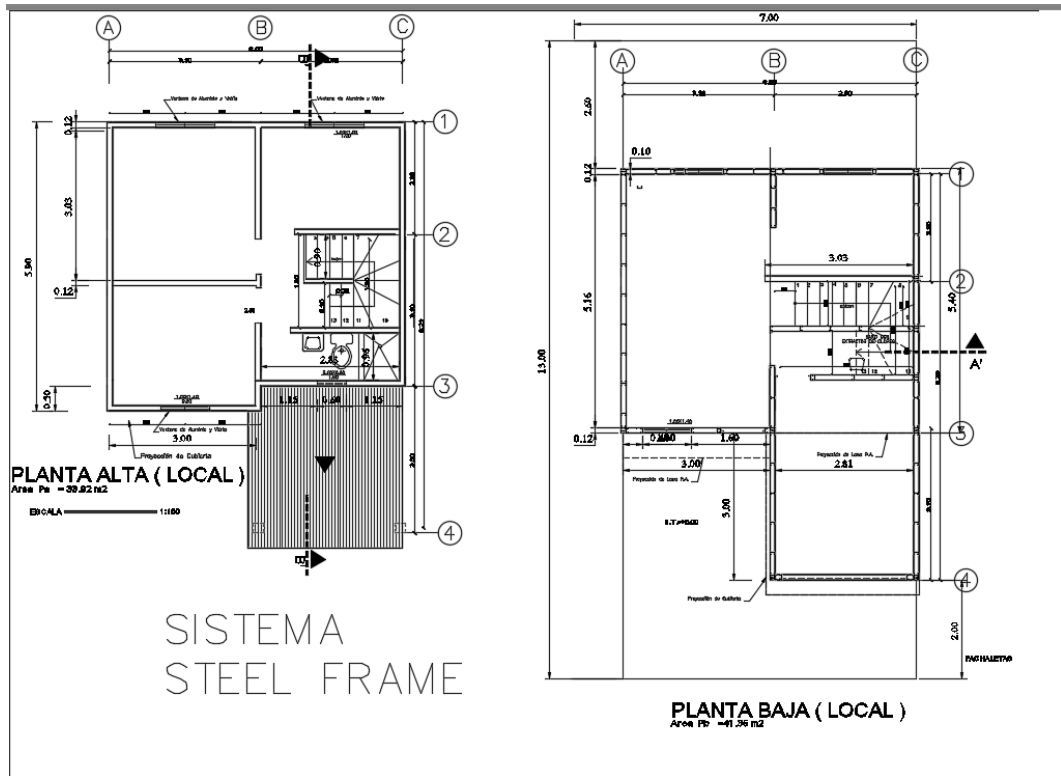


## Etapa Cristina – Diseño arquitectónico Sistema "Hormi2"



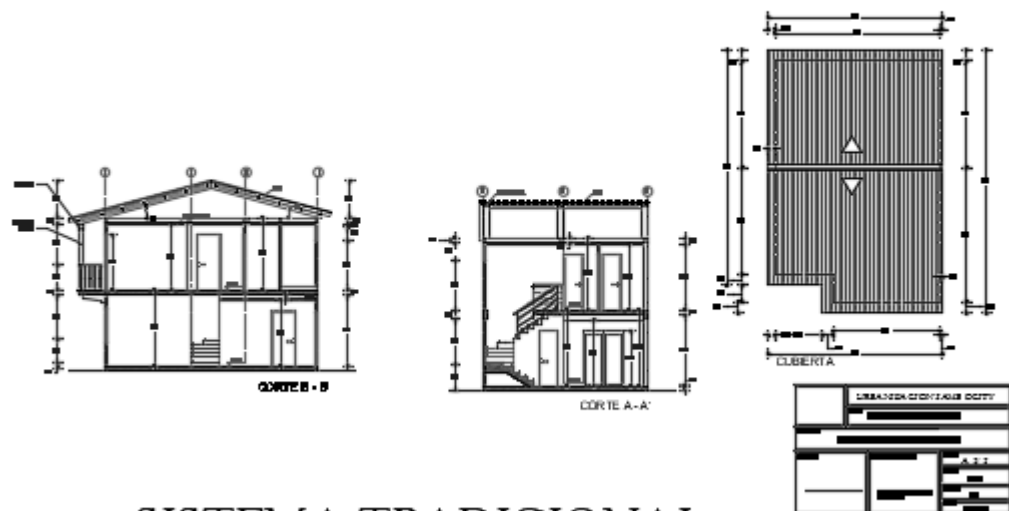
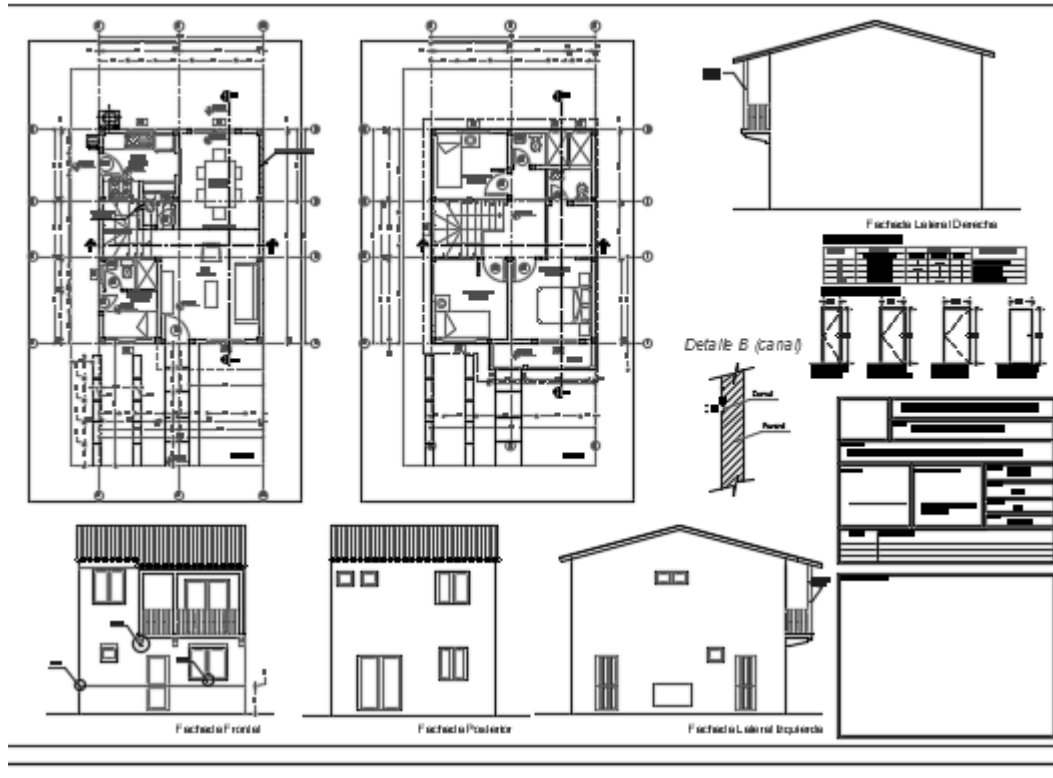
## Etapa Cristina – Diseño cimentación Sistema "Hormi2"

**Etaqa "Cristina" Villa España 2 "Steel Frame"**



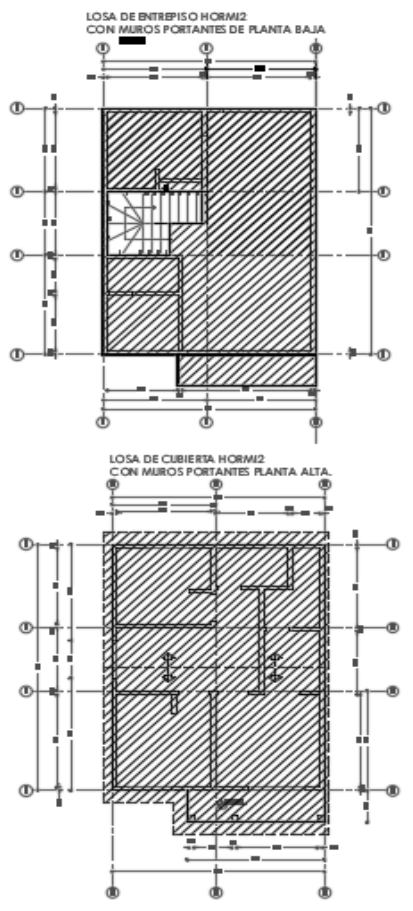
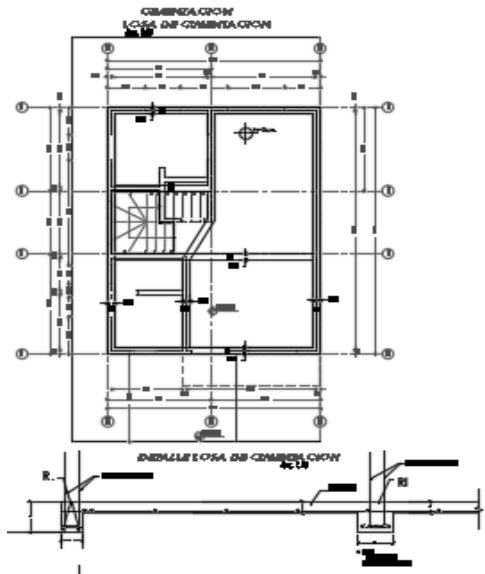
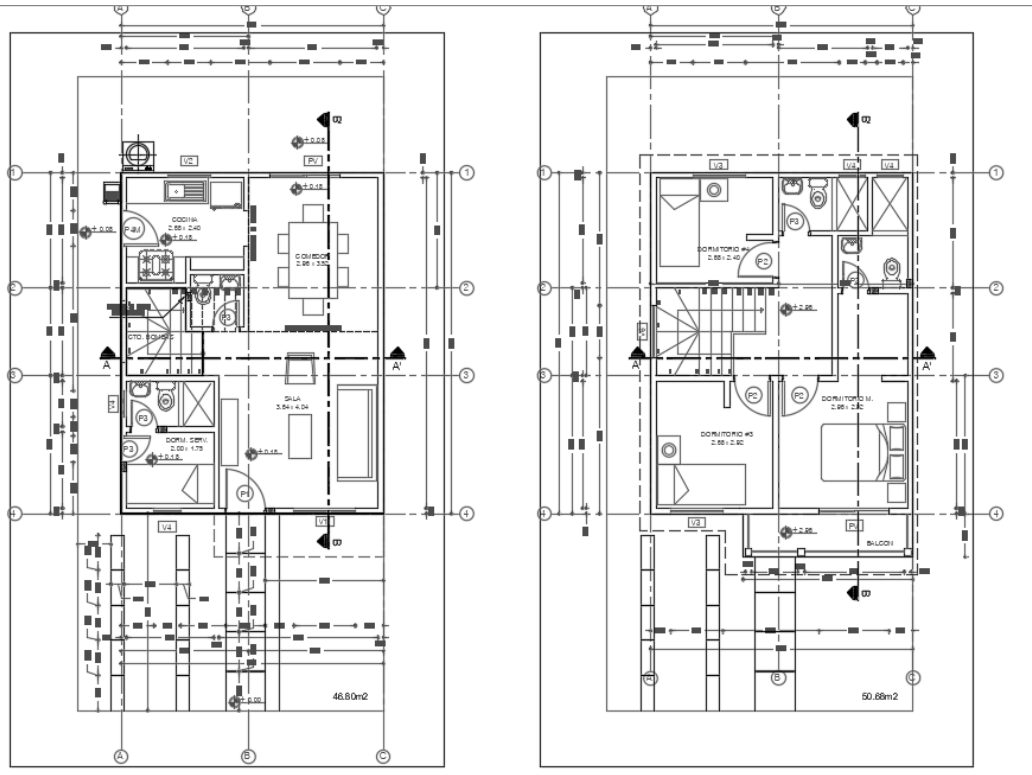
**Etaqa Cristina – Diseño arquitectónico Sistema "Steel Frame"**

## Etapa Scarlet- Sambocity



## SISTEMA TRADICIONAL

### *Etapa Scarlet- Sambocity- Tradicional*



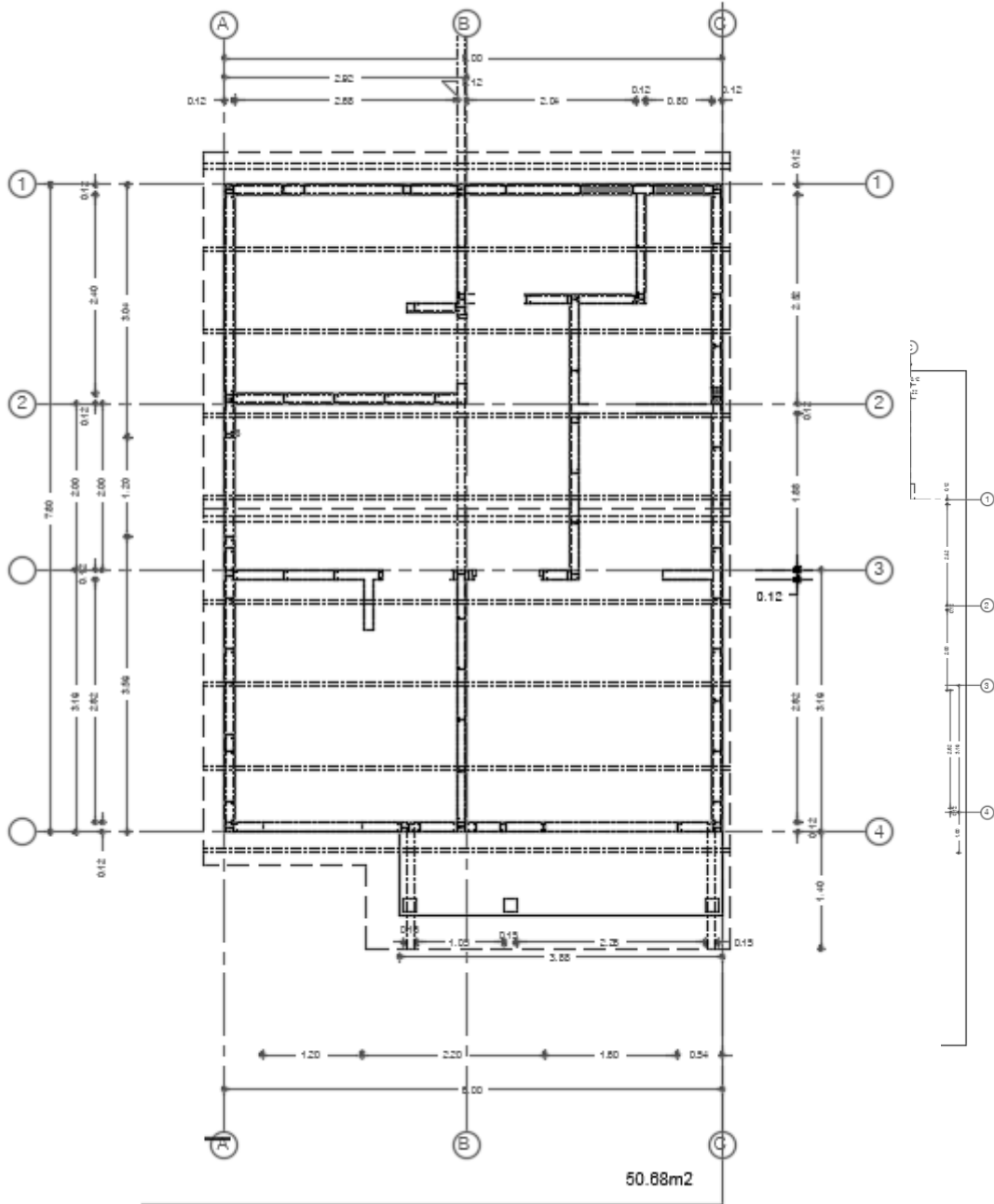
PLANO  
ESTRUCTURAL  
HORMI2

**Etapa Scarlet- Sambocity arquitectónico y estructural Sistema "Hormi2"**

“Steel Frame”

***Etapa Scarlet- Sambocity arquitectónico y estructural Sistema  
“Steel frame”***

**PLANTA CUBIERTA**



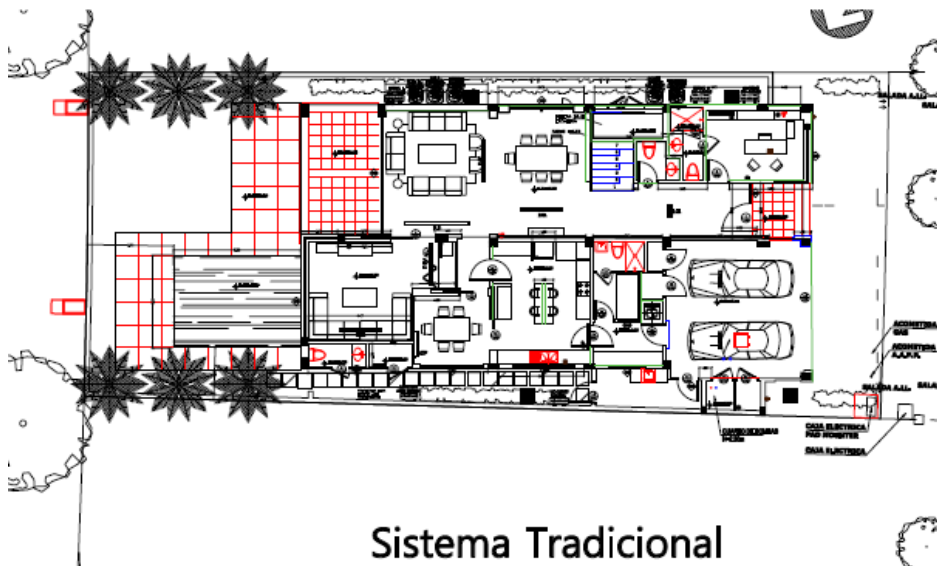
***Etapa Scarlet- Sambocity arquitectónico y estructural Sistema  
“Steel Frame”***

## Mocolí- Urb Península



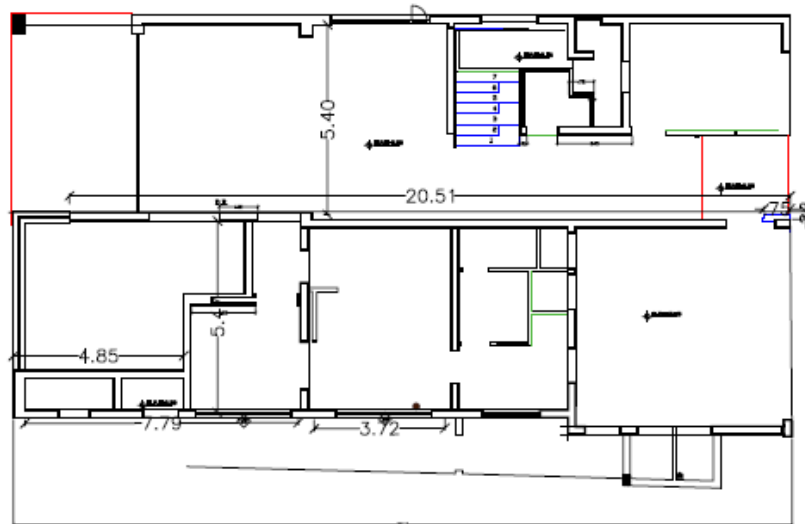
# Fachada Principal

*Fachada Principal*

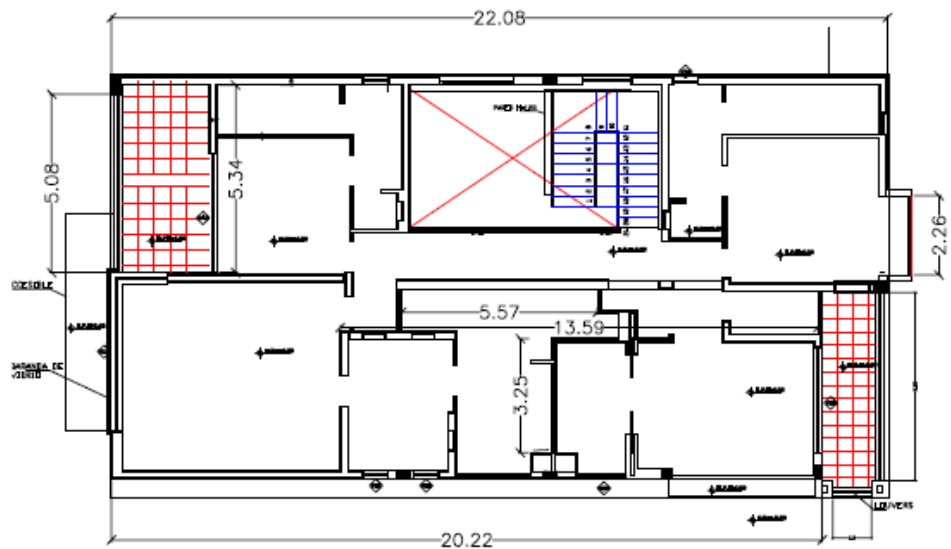


# Sistema Tradicional

## Planta Baja



## Planta Alta

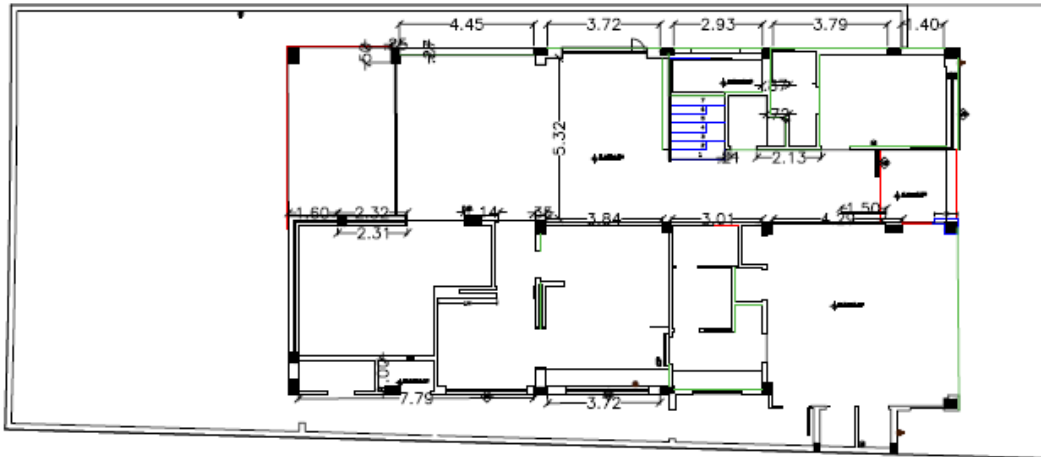


# Sistema Hormi2

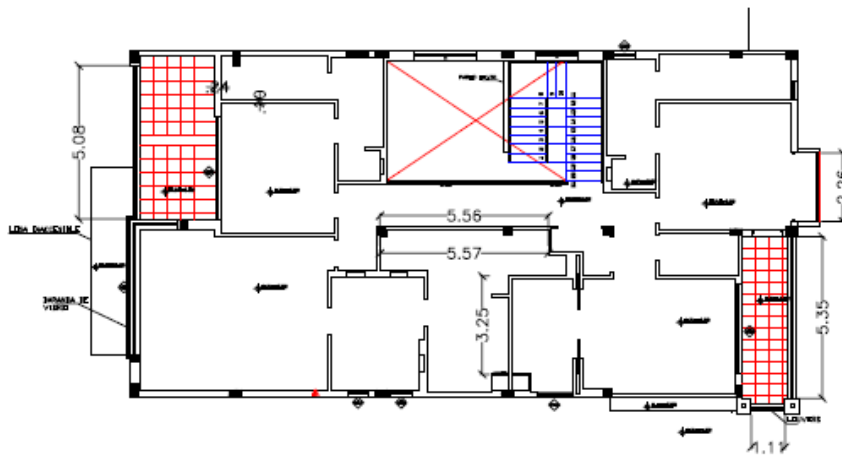
Mocolí- Urb Península Sistema Hormi2



# Planta Baja

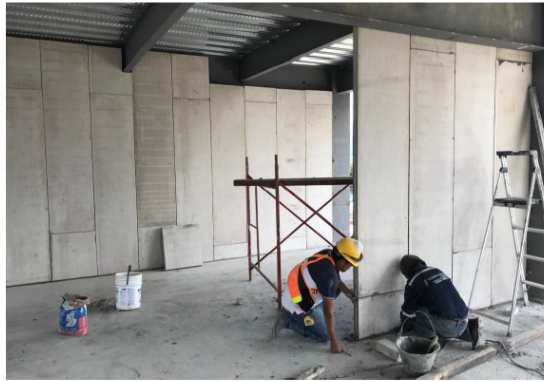
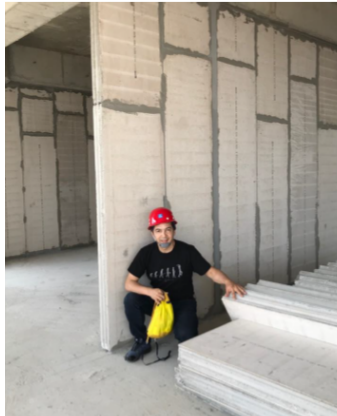


# Planta Alta



# Sistema Hormigón Alivianado

*Mocolí- Urb Península Sistema Hormigón Alivianado*



PANELeg

**Imagen de aplicación de paredes Hormigón Aliviado en construcción**

**Paredes Interiores. Imagen Kubiec**



PANELeg

**Paredes Exteriores. Imagen Kubiec**



**Losas Intermedias. Imagen Kubiec**



**Losas para cubierta. Imagen Kubiec**

**Imagen de aplicación de Steel Frame en construcción**



***Edificación con Steel Frame. Imagen Kubiec***