



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 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 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 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 Steel Frame	53
... Fig 6. Vivienda con Steel Frame	53
Fig 7 Detalle de los componentes hormigón alivianado	55
Fig 8 pesos comparativos de una pared terminada con 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

Pensamiento tradicional en la implementación de soluciones ingenieriles	Pensamiento de la Ingeniería de Valor en la implementación de soluciones ingenieriles
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 catálogo de soluciones 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 (CO₂), es uno de los principales agentes del cambio climático.

Científicos pronostican que las emisiones de CO₂ 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 CO₂ 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.			
	Proceso Integrador	Puntos posibles	0 a 2
	IPc	Proceso integrador	0 of 2
	Localización y Transporte	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
	Sitios sustentables	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
	Eficiencia del Agua	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
	Energía y Atmosfera	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
	Materiales y recursos	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
	Calidad Ambiental Interior	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
	Innovación	Preliminar Y	0 a 6
	INp	Calificación preliminar	Requerido
	INc	Innovación	0 of 5
	INc	Profesional acreditado LEED	0 of 1
	Prioridad regional	Preliminar Y	0 a 4
	RPc	Prioridad regional	0 of 4
Total		Preliminar Y	0 of 110
Certificación Thresholds 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: 75.28m²

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 80x40x15x2mm.

Tumbados

- Tumbado de yeso.

Ventanas

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

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: 93.60m²

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: 320m²

Costo: 430.000

Ubicación: Vía Samborondón- Isla Mocoli en Urbanización Península

Materiales utilizados en la edificación:

Estructuras
<ul style="list-style-type: none"> •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
<ul style="list-style-type: none"> •Mamposteria de bloque hormigón paredes y muros $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$.
Cubiertas
<ul style="list-style-type: none"> •Plancha metálicas tipo teja, estructura metálica especial.
Tumbados
<ul style="list-style-type: none"> •Tumbado de yeso.
Ventanas
<ul style="list-style-type: none"> •Aluminio y vidrio 4mm en ventanas y en puertas e: 6mm
Puertas
<ul style="list-style-type: none"> •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

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

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

Tabla7. Definición de las condiciones presentes y deseadas

Fuente: Autor

Condiciones deseadas

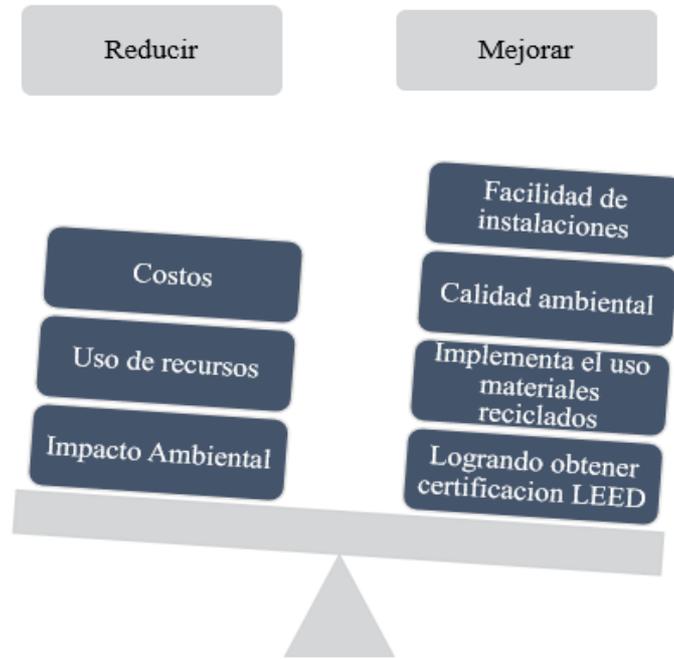


Tabla 8. Condiciones deseadas

Fuente: Autor

Criterios que se evalúan de acuerdo a la certificación LEED

Proceso Integrador	Referido al personal capacitado con conocimientos sostenibles.
Localización y Transporte	Referido a la elección de localizaciones que se centran en ubicar edificaciones en suelos desarrollados e incluyendo acceso al transporte sostenible.
Parcelas Sostenibles	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.
Eficiencia en Agua	Referido al uso aparatos eficientes que reduzcan el consumo de agua.
Energía y Atmosfera	Referido al uso de sistemas solares que reduzcan el consumo de energía.

Materiales y Recursos	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.
Calidad Ambiental Interior	Referidos a prevenir la contaminación del aire, aportando una mejor calidad y confort de la edificación.
Innovación	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).

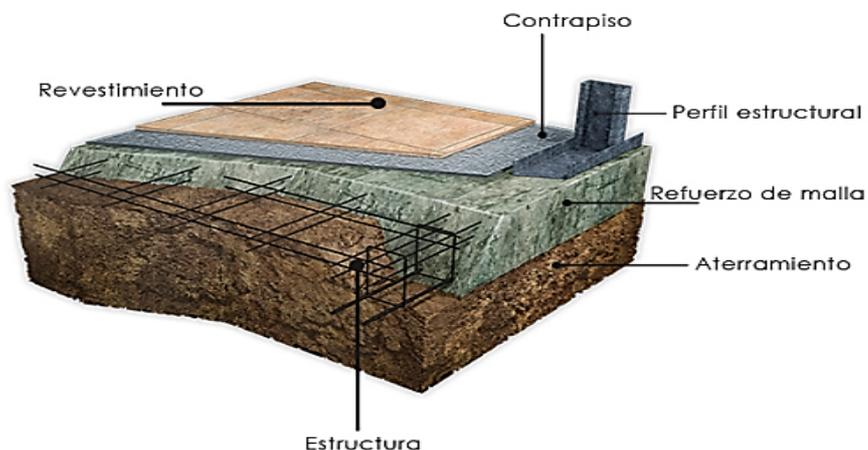


Fig1 Cimentación húmeda, Termosteel Ecuador

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).

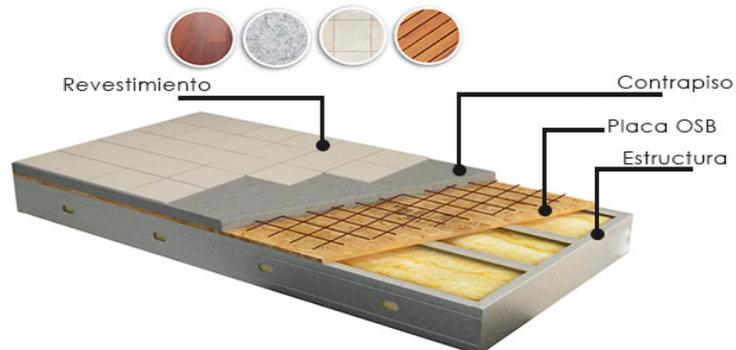


Fig 2. Construcción Seca
Fuente:Termosteel

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).

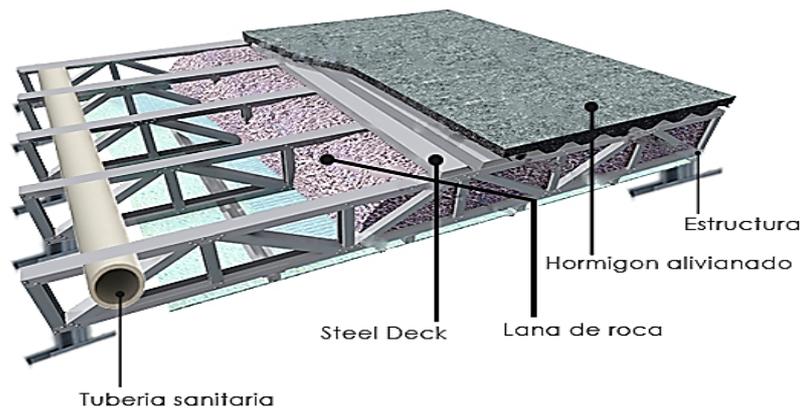


Fig 3. Cimentación Sanitaria, Termosteel Ecuador
Fuente: Termosteel

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).

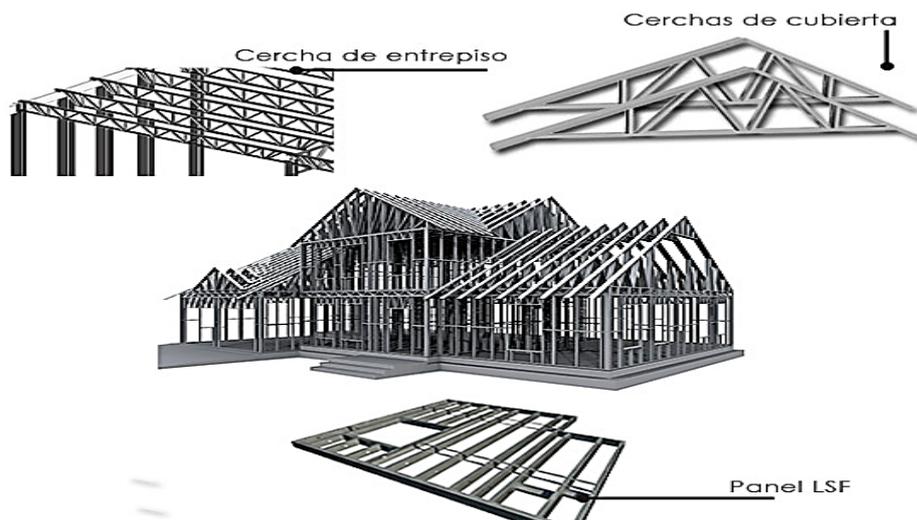


Fig 4. Estructura Steel Frame, Termosteel

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/m³ y 1900 kg/m³.

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/m³. 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.

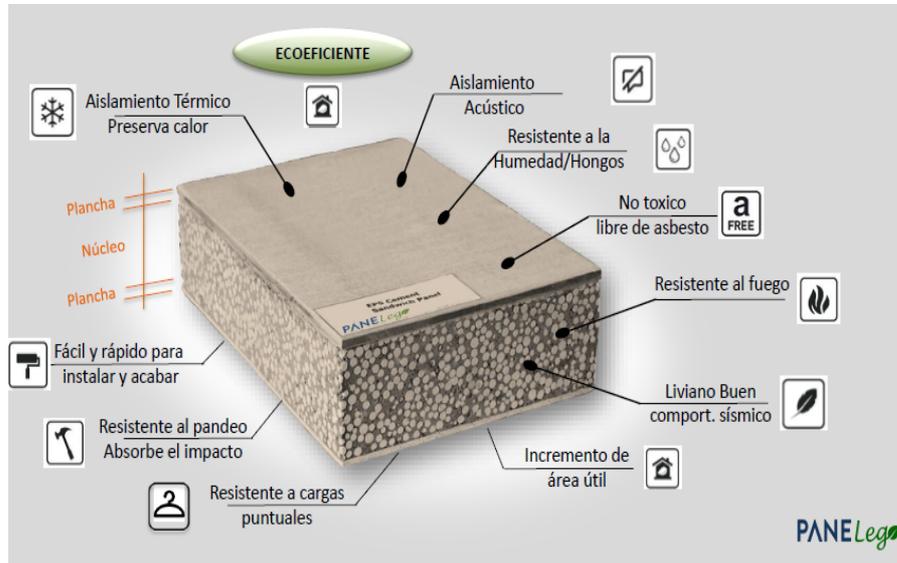


Fig 7 Detalle de los componentes hormigón alivianado
Fuente: Imagen Kubiec

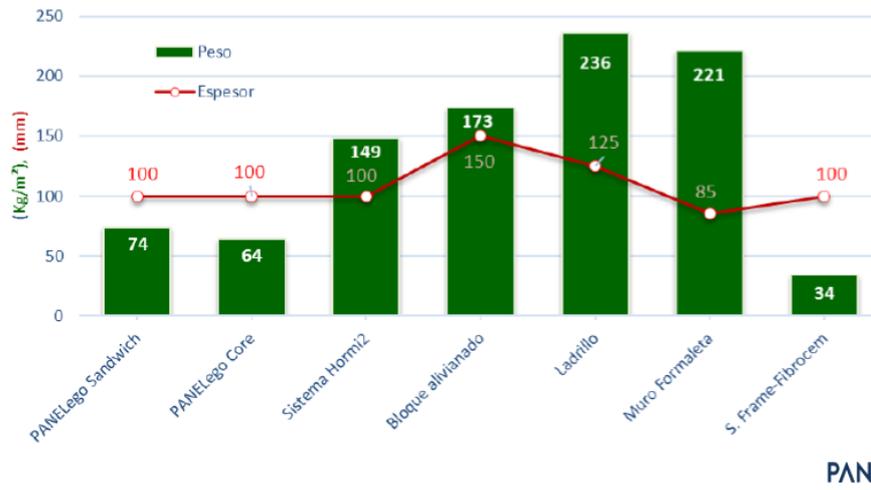


Fig 8 pesos comparativos de una pared terminada con distintos sistemas constructivos

Fuente: Imagen Kubiec

4.1.5.3 Hormi2

El sistema constructivo Hormi2, 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 “Hormi2”

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 CO₂. 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 CO₂, 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 CO₂ (EMMEDUE,2016).

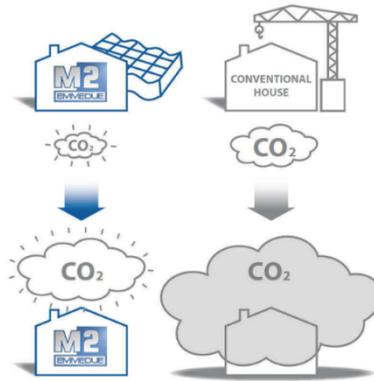


Fig 9 Comparación de producción CO₂

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/m³ 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 (CO₂) , 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/cm².

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/cm².

- **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 entrepiso 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.

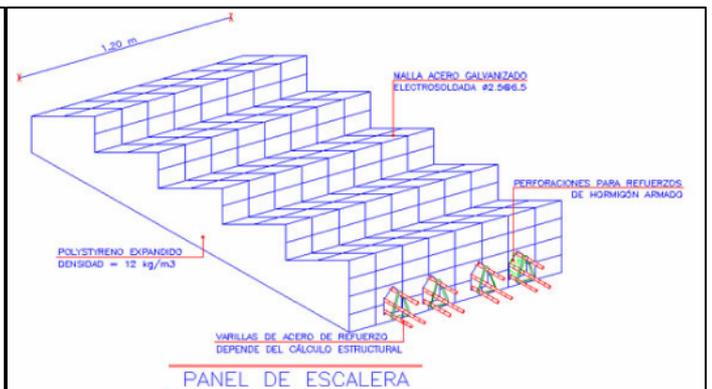
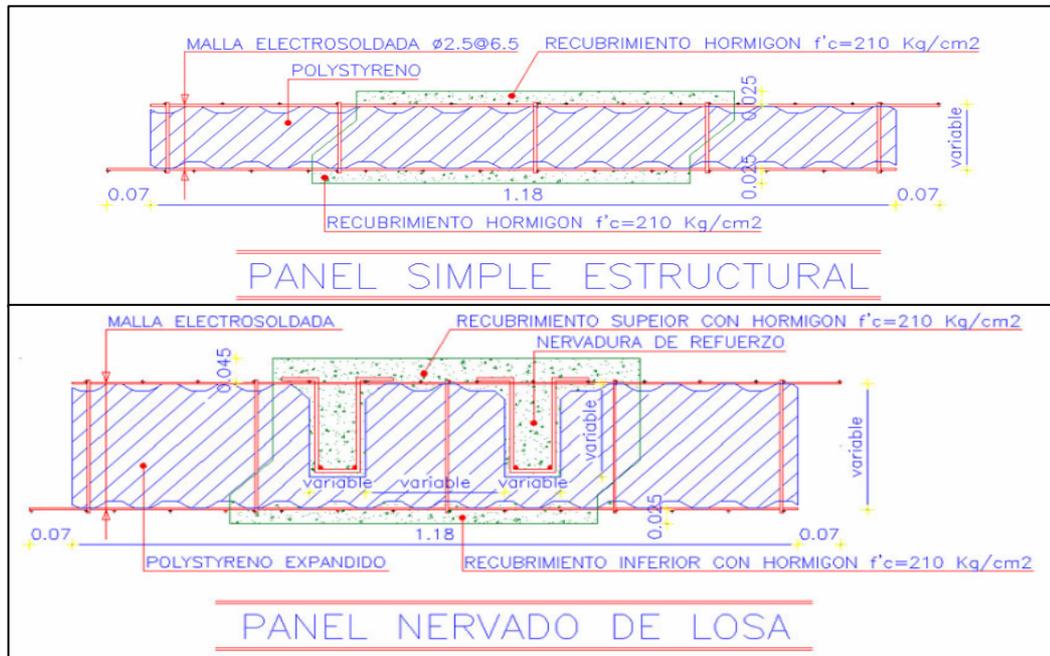


Fig 10 Paneles Hormi2, Manual técnico

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 ³	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 ² 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 ²	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 ²		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 ²		60	60	60	60	60	60	
	Cantidad de acero Kg/m ² 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 ²		Kg/m ²		Kg/m ²		Kg/m ²		Kg/m ²		Kg/m ²
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° . 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

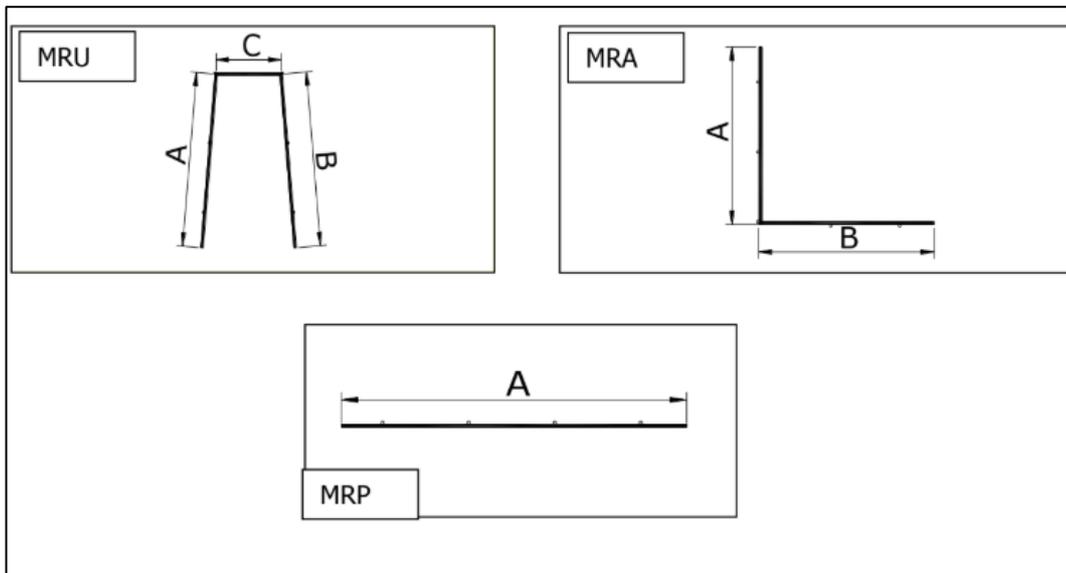


Fig 11 Detalle de Perfilería Hormi2

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/cm², 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 ²		
Ingeniería de Valor	Sistema Constructivos		
	Tradicional	Steel Frame	Hormi ²
Imagen representativa del sistema constructivo			
Características	Estructura hormigón portante Encofrado Herramientas menores Maquinarias (Volquetas- concreteras) Mampostería Sistema constructivo improvisado Mal manejo y gasto de recursos Costo elevado en mano de obra Tiempo de ejecución demorada	Mano de obra calificada Facilidad de combinar con otros sistemas constructivos Capacidad portante Diseño no tiene limites Liviano Alta resistencia Aislamiento térmico y acústico Minimiza trabajo en obra Construcción en seco, disminuye el uso de recursos naturales y desperdicios Reciclable Tiempo de ejecución rápida y eficiente	Sostenible Ahorro energético Ligero Versátil Capacidad portante Aislamiento térmico Resistente a la cargas Resistencia al fuego Resistente a sismos Resistente a explosiones 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
Gasto en construcción	\$ 35.679,60	\$ 46.360,17	\$ 22.512,78
Función 1-10	7	10	9
Calidad 1-10	9	10	10
Costo m²	\$ 455,97	\$ 592,46	\$ 287,70
VALOR = $\frac{(Función + Calidad)}{Costo}$	3,5%	3,4%	6,6%

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
	Proceso Integrador	Puntos posibles	0 a 2	
	IPc	Proceso integrador	0 of 2	1 of 2
	Localización y Transporte	Preliminar Y	9 a 10	
	LTP	Evitar terrenos inundables	Requerido	Requerido
	LTc	LEED para Localización en Desarrollo Urbano	0 of 10	1 of 10
	LTc	Selección de la parcela	2 of 6	2 of 6
	LTc	Desarrollo compacto	1 of 1	1 of 1
	LTc	Recursos de la comunidad	1 of 1	1 of 1
	LTc	Acceso al transporte Publico	1 of 2	1 of 2
	Sitios sustentables	Preliminar Y	3 a 5	
	SSp	Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción	Requerido	Requerido
	SSp	Plantas No invasivas	Requerido	Requerido
	SSc	Reducción de las Islas de Calor	1 of 1	1 of 1
	SSc	Gestión de Agua Lluvia	0 of 2	1 of 2
	SSc	Control de pesticidas No tóxicos	2 of 2	2 of 2
	Eficiencia del Agua	Preliminar Y	10 a 15	
	WEp	Consumo de Agua	Requerido	Requerido
	WEp	Contador de Agua	Requerido	Requerido
	WEc	Consumo total de Agua	0 of 15	1 of 15
	WEc	Consumo de Agua en el Interior	8 of 11	8 of 11
	WEc	Consumo de Agua en el Exterior	2 of 4	1 of 4
	Energía y Atmosfera	Preliminar Y	0 a 40	
	EAp	Mínima Eficiencia Energética	Requerido	Requerido
	EAp	Contador de Energía	Requerido	Requerido
	EAp	Formación de propietario, inquilino o Gestor del Edificio	Requerido	Requerido
	EAc	Consumo de Energía Anual	0 of 36	1 of 36
	EAc	Sistema de Distribución de Agua Caliente Eficiente	0 of 2	1 of 2
	EAc	Puesta en marcha certificada del Sistema de HVAC	0 of 1	0 of 1
	EAc	Manejo de refrigerantes	0 of 1	0 of 1
	Materiales y recursos	Preliminar Y	6 a 12	
	MRp	Madera tropical certificada	Requerido	Requerido
	MRp	Gestión de durabilidad	Requerido	Requerido
	MRc	Verificación de la gestión de la Durabilidad	3 of 3	3 of 3
	MRc	Productos ambientalmente preferibles	2 of 5	4 of 5
	MRc	Gestión de residuos de Construcción	0 of 2	1 of 2
	MRc	Eficiencia del Material de los Marcos	0 of 2	1 of 2
	Calidad Ambiental Interior	Preliminar Y	0 a 16	
	EQp	Ventilación	Requerido	Requerido
	EQp	Ventilación de la combustión	Requerido	Requerido
	EQp	Protección de los contaminantes en los Garajes	Requerido	Requerido
	EQp	Construcción Resistente al Radón	Requerido	Requerido
	EQp	Filtros de Aire	Requerido	Requerido
	EQp	Compartimentación	Requerido	Requerido
	EQc	Ventilación mejorada	0 of 3	1 of 3
	EQc	Control de Contaminantes	0 of 3	1 of 3
	EQc	Equilibrio en los sistemas de distribución de calefacción y refrigeración	0 of 6	0 of 6
	EQc	Productos de baja emisión	0 of 4	3 of 4
	Innovación	Preliminar Y	0 a 6	
	INp	Calificación preliminar	Requerido	Requerido
	INc	Innovación	0 of 5	4 of 5
	INc	Profesional acreditado LEED	0 of 1	0 of 1
	Prioridad regional	Preliminar Y	0 a 4	
	RPc	Prioridad regional	0 of 4	4 of 4
Total		Preliminar Y	23 of 110	44 of 110
Certificación Thresholds	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 ²		
Ingeniería de Valor	Sistema Constructivos		
	Tradicional	Steel Frame	Hormi ²
Imagen representativa del sistema constructivo			
Características	Estructura hormigón portante Encofrado Herramientas menores Maquinarias (Volquetas-concreteras) Mampostería Sistema constructivo improvisado Mal manejo y gasto de recursos Costo elevado en mano de obra Tiempo de ejecución demorada	Mano de obra calificada Facilidad de combinar con otros sistemas constructivos Capacidad portante Diseño no tiene límites Liviano Alta resistencia Aislamiento térmico y acústico Minimiza trabajo en obra Construcción en seco, disminuye el uso de recursos naturales y desperdicios Reciclable Tiempo de ejecución rápida y eficiente	Sostenible Ahorro energético Ligero Versátil Capacidad portante Aislamiento térmico Resistente a la cargas Resistencia al fuego Resistente a sismos Resistente a explosiones Rápida ejecución 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
Gasto en construcción	\$ 43.556,33	\$ 50.430,48	\$ 25.338,45
Función 1-10	7	10	9
Calidad 1-10	9	10	10
Costo m²	\$ 465,35	\$ 538,79	\$ 270,71
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 EVALUACION	2DA EVALUACION
	Proceso Integrador	Puntos posibles	0 a 2	
	IPc Proceso integrador		0 of 2	1 of 2
	Localización y Transporte	Preliminar Y	9 a 10	
	LTp Evitar terrenos inundables		Requerido	Requerido
	LTc LEED para Localización en Desarrollo Urbano		0 of 10	1 of 10
	LTc Selección de la parcela		2 of 6	2 of 6
	LTc Desarrollo compacto		1 of 1	1 of 1
	LTc Recursos de la comunidad		1 of 1	1 of 1
	LTc Acceso al transporte Publico		1 of 2	1 of 2
	Sitios sustentables	Preliminar Y	3 a 5	
	SSp Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción		Requerido	Requerido
	SSp Plantas No invasivas		Requerido	Requerido
	SSc Reducción de las Islas de Calor		1 of 1	1 of 1
	SSc Gestión de Agua Lluvia		1 of 2	1 of 2
	SSc Control de pesticidas No tóxicos		1 of 2	1 of 2
	Eficiencia del Agua	Preliminar Y	10 a 15	
	WEp Consumo de Agua		Requerido	Requerido
	WEp Contador de Agua		Requerido	Requerido
	WEc Consumo total de Agua		0 of 15	0 of 15
	WEc Consumo de Agua en el Interior		8 of 11	8 of 11
	WEc Consumo de Agua en el Exterior		1 of 4	1 of 4
	Energía y Atmosfera	Preliminar Y	0 a 40	
	EAp Mínima Eficiencia Energética		Requerido	Requerido
	EAp Contador de Energía		Requerido	Requerido
	EAp Formación de propietario, inquilino o Gestor del Edificio		Requerido	Requerido
	EAc Consumo de Energía Anual		0 of 36	1 of 36
	EAc Sistema de Distribución de Agua Caliente Eficiente		0 of 2	1 of 2
	EAc Puesta en marcha certificada del Sistema de HVAC		0 of 1	0 of 1
	EAc Manejo de refrigerantes		0 of 1	0 of 1
	Materiales y recursos	Preliminar Y	6 a 12	
	MRp Madera tropical certificada		Requerido	Requerido
	MRp Gestión de durabilidad		Requerido	Requerido
	MRc Verificación de la gestión de la Durabilidad		2 of 3	3 of 3
	MRc Productos ambientalmente preferibles		1 of 5	4 of 5
	MRc Gestión de residuos de Construcción		0 of 2	1 of 2
	MRc Eficiencia del Material de los Marcos		0 of 2	1 of 2
	Calidad Ambiental Interior	Preliminar Y	0 a 16	
	EQp Ventilación		Requerido	Requerido
	EQp Ventilación de la combustión		Requerido	Requerido
	EQp Protección de los contaminantes en los Garajes		Requerido	Requerido
	EQp Construcción Resistente al Radón		Requerido	Requerido
	EQp Filtros de Aire		Requerido	Requerido
	EQp Compartimentación		Requerido	Requerido
	EQc Ventilación mejorada		0 of 3	1 of 3
	EQc Control de Contaminantes		0 of 3	1 of 3
	EQc Equilibrio en los sistemas de distribución de calefacción y refrigeración		0 of 6	0 of 6
	EQc Productos de baja emisión		0 of 4	3 of 4
	Innovación	Preliminar Y	0 a 6	
	INp Calificación preliminar		Requerido	Requerido
	INc Innovación		0 of 5	4 of 5
	INc Profesional acreditado LEED		0 of 1	0 of 1
	Prioridad regional	Preliminar Y	0 a 4	
	RPc Prioridad regional		0 of 4	4 of 4
Total		Preliminar Y	20 of 110	42 of 110
Certificación Thresholds		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 ²		
Sistema Constructivos			
Ingeniería de Valor	Tradicional	Hormi2	Paredes Alivianadas
Imagen representativa del sistema constructivo			
Características	Estructura hormigón portante Encofrado Herramientas menores Maquinarias (Volquetas-concreteras) Mampostería Sistema constructivo improvisado Mal manejo y gasto de recursos Costo elevado en mano de obra Tiempo de ejecución demorada	Mano de obra calificada Facilidad de combinar con otros sistemas constructivos Capacidad portante Diseño no tiene límites Liviano Alta resistencia Aislamiento térmico y acústico Minimiza trabajo en obra Construcción en seco, disminuye el uso de recursos naturales y desperdicios Reciclable Tiempo de ejecución rápida y eficiente	Liviano Buen comportamiento sísmico Amigable con el medio ambiente No toxico Resistente a la humedad Resistente al fuego Incrementa área útil Fácil y rápida instalación 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
Jardínera 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
Gasto en construcción	\$ 428.058,16	\$ 343.003,82	\$ 401.853,91
Función 1-10	7	9	9
Calidad 1-10	9	10	10
Costo m2	\$ 958,59	\$ 768,12	\$ 899,91
$VALOR = \frac{(Función + Calidad)}{Costo}$	1,7%	2,5%	2%

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

Fuente: Autor

LEED v4.1 BD+C Single Family				
Calificación Vivienda Mocolí				
Note: The information on this tab is READ-ONLY. To edit this information, see the Credit Category tabs.				
			1ER EVALUACION	2DA EVALUACION
	Proceso Integrador	Puntos posibles	0 a 2	
IPc	Proceso integrador		0 of 2	1 of 2
	Localización y Transporte	Preliminar Y	9 a 10	
LTP	Evitar terrenos inundables		Requerido	Requerido
LTc	LEED para Localización en Desarrollo Urbano		0 of 10	1 of 10
LTc	Selección de la parcela		3 of 6	3 of 6
LTc	Desarrollo compacto		0 of 1	1 of 1
LTc	Recursos de la comunidad		0 of 1	1 of 1
LTc	Acceso al transporte Publico		0 of 2	1 of 2
	Sitios sustentables	Preliminar Y	3 a 5	
SSp	Prevención de Contaminación en Actividades de Construcción		Requerido	Requerido
SSp	Plantas No invasivas		Requerido	Requerido
SSc	Reducción de las Islas de Calor		0 of 1	1 of 1
SSc	Gestión de Agua Lluvia		0 of 2	2 of 2
SSc	Control de pesticidas No tóxicos		1 of 2	2 of 2
	Eficiencia del Agua	Preliminar Y	10 a 15	
WEp	Consumo de Agua		Requerido	Requerido
WEp	Contador de Agua		Requerido	Requerido
WEc	Consumo total de Agua		0 of 15	0 of 15
WEc	Consumo de Agua en el Interior		5 of 11	8 of 11
WEc	Consumo de Agua en el Exterior		1 of 4	2 of 4
	Energía y Atmosfera	Preliminar Y	0 a 40	
EAp	Mínima Eficiencia Energética		Requerido	Requerido
EAp	Contador de Energía		Requerido	Requerido
EAp	Formación de propietario, inquilino o Gestor del Edificio		Requerido	Requerido
EAc	Consumo de Energía Anual		0 of 36	1 of 36
EAc	Sistema de Distribución de Agua Caliente Eficiente		0 of 2	1 of 2
EAc	Puesta en marcha certificada del Sistema de HVAC		0 of 1	1 of 1
EAc	Manejo de refrigerantes		0 of 1	1 of 1
	Materiales y recursos	Preliminar Y	6 a 12	
MRp	Madera tropical certificada		Requerido	Requerido
MRp	Gestión de durabilidad		Requerido	Requerido
MRC	Verificación de la gestión de la Durabilidad		2 of 3	3 of 3
MRC	Productos ambientalmente preferibles		2 of 5	3 of 5
MRC	Gestión de residuos de Construcción		0 of 2	1 of 2
MRC	Eficiencia del Material de los Marcos		0 of 2	1 of 2
	Calidad Ambiental Interior	Preliminar Y	0 a 16	
EQp	Ventilación		Requerido	Requerido
EQp	Ventilación de la combustión		Requerido	Requerido
EQp	Protección de los contaminantes en los Garajes		Requerido	Requerido
EQp	Construcción Resistente al Radón		Requerido	Requerido
EQp	Filtros de Aire		Requerido	Requerido
EQp	Compartimentación		Requerido	Requerido
EQc	Ventilación mejorada		0 of 3	2 of 3
EQc	Control de Contaminantes		0 of 3	2 of 3
EQc	Equilibrio en los sistemas de distribución de calefacción y refrigeración		0 of 6	2 of 6
EQc	Productos de baja emisión		0 of 4	4 of 4
	Innovación	Preliminar Y	0 a 6	
INp	Calificación preliminar		Requerido	Requerido
INc	Innovación		0 of 5	4 of 5
INc	Profesional acreditado LEED		0 of 1	0 of 1
	Prioridad regional	Preliminar Y	0 a 4	
RPc	Prioridad regional		0 of 4	4 of 4
Total		Preliminar Y	14 of 110	
Certificación Thresholds	Certified: 40-49, Silver: 50-59, Gold: 60-79, Platinum: 80-110		52 of 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 3 meses	23/100	3,50%	\$ 22.512,78 2 meses	44/100	6,60%
Scarlett Medio	\$43.556,33 3 meses	20/100	3,40%	\$ 25.338,45 1.5 meses	42/100	7.00%
Casa Mocolí Alto	\$428.058,16 7 meses	14/100	1.7%	\$401.853,91 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.

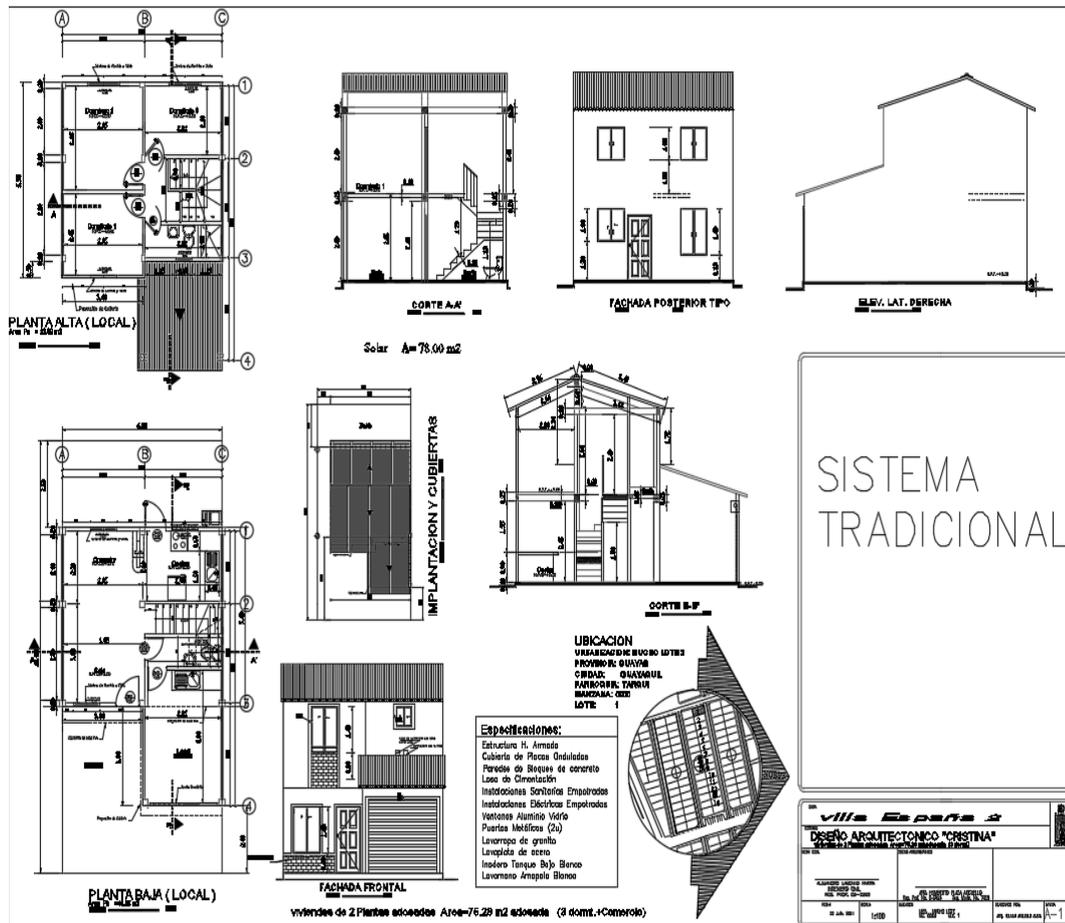
Bibliografía

- 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/>

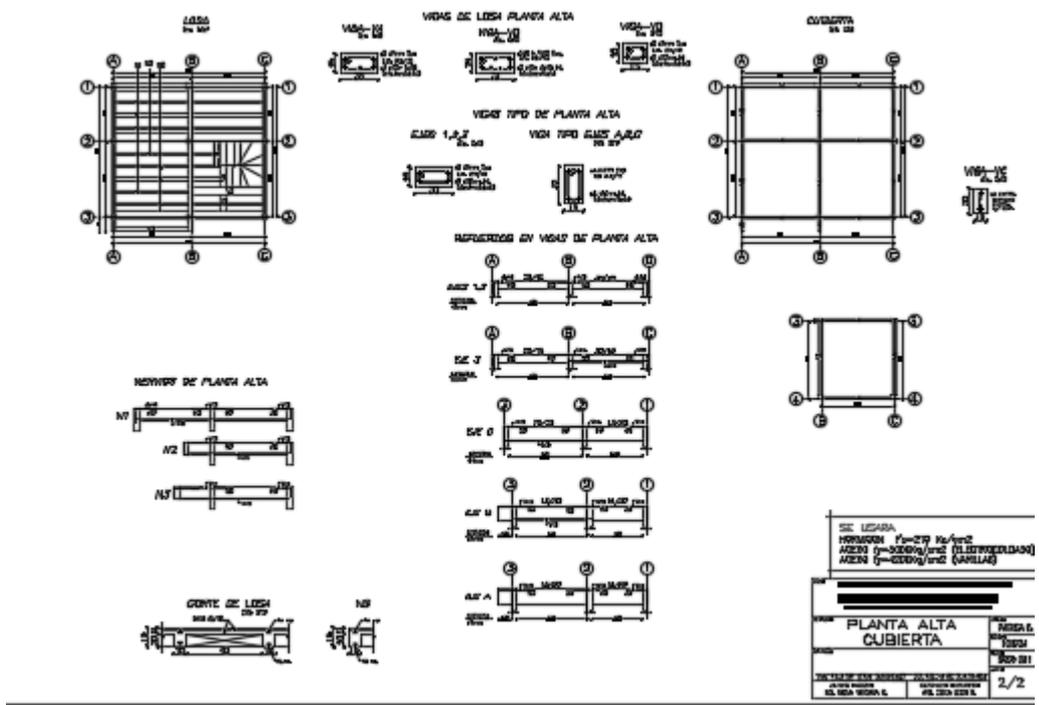
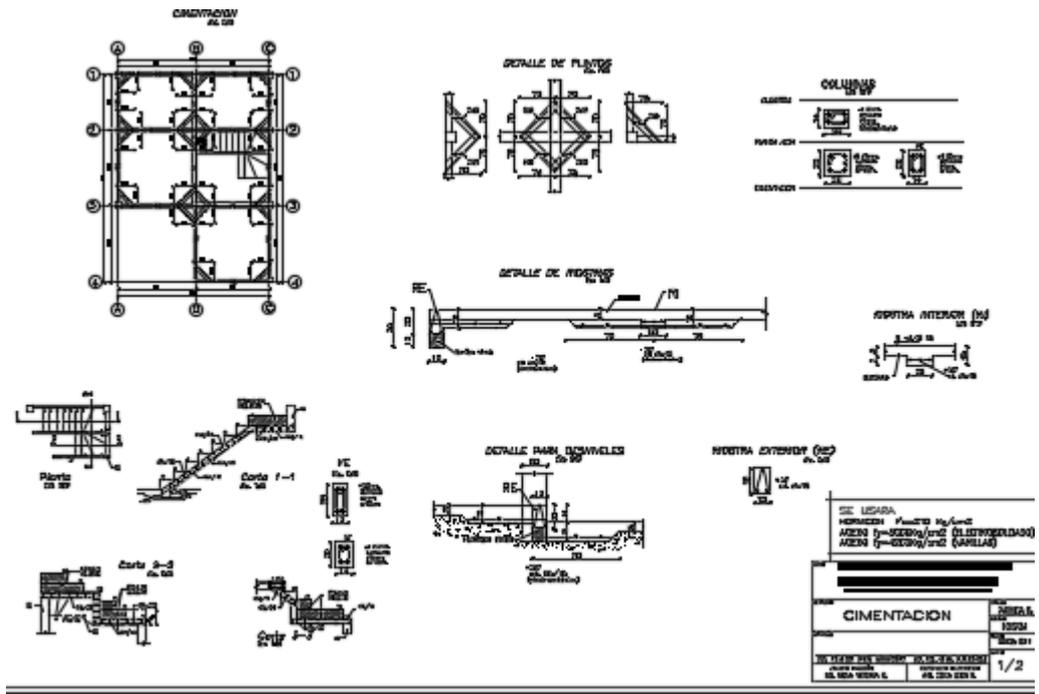
- Ramírez, A. (2002). *La construcción sostenible*. España: Física y Sociedad.
- Riquelme, H. (1991). La Ingeniería de Valor en el proyecto de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, N° 10, Enero-Junio, 12.
- SUMISA S.A. (2014). *Manual Técnico M2 EMMEDUE*. Nicaragua.
- Tapia, C. (2010). *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

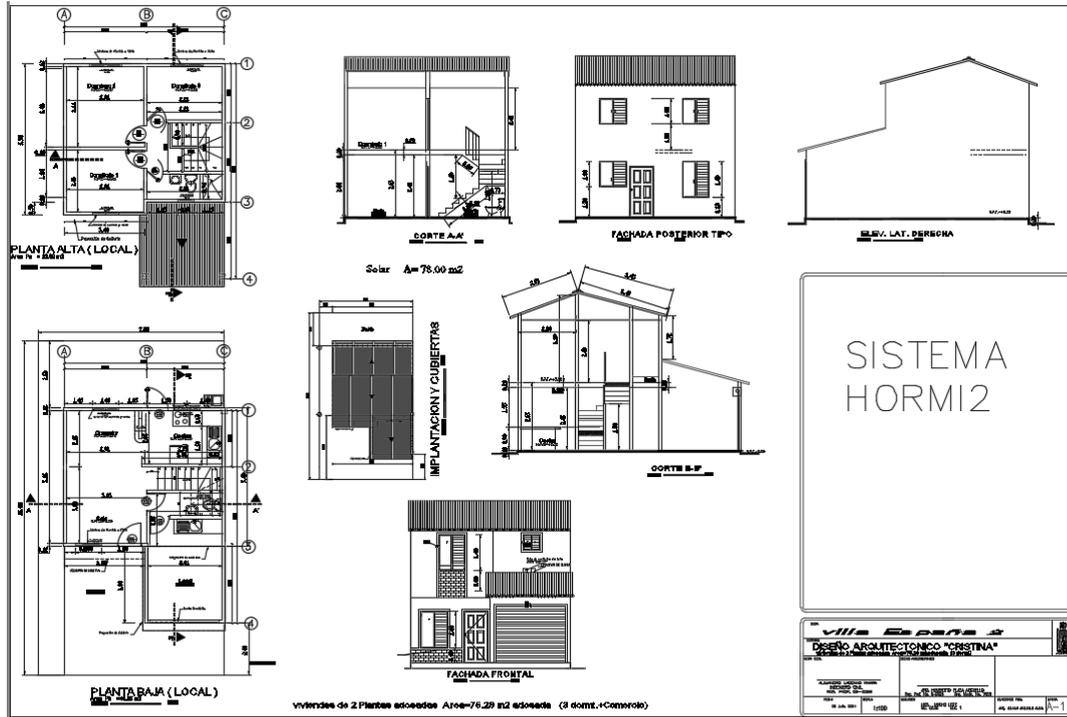


Etaa Cristina – Diseño arquitectónico Tradicional

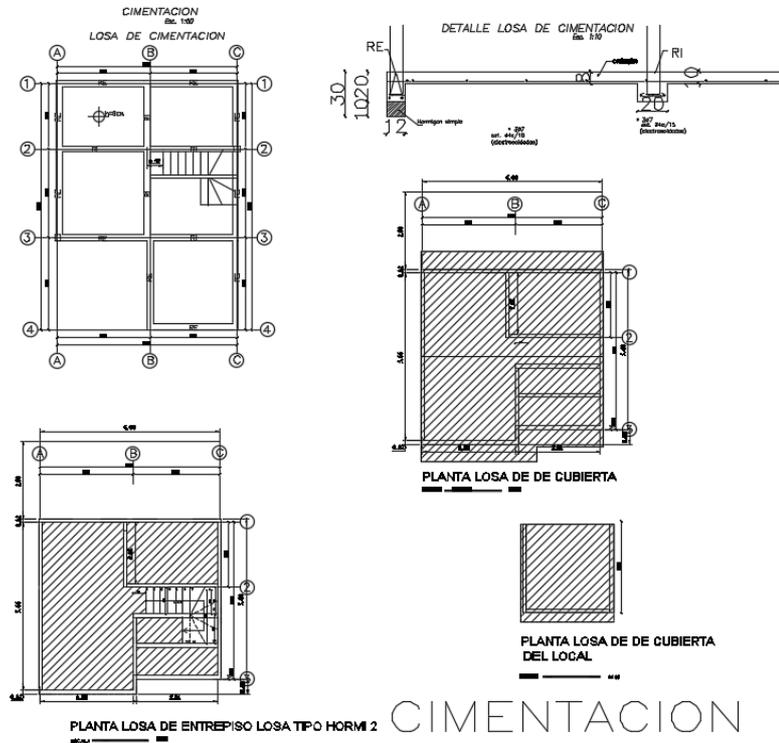


Etapa Cristina – Planta cimentación – Planta cubierta Tradicional

Etapa "Cristina" Villa España 2 "Hormi2"

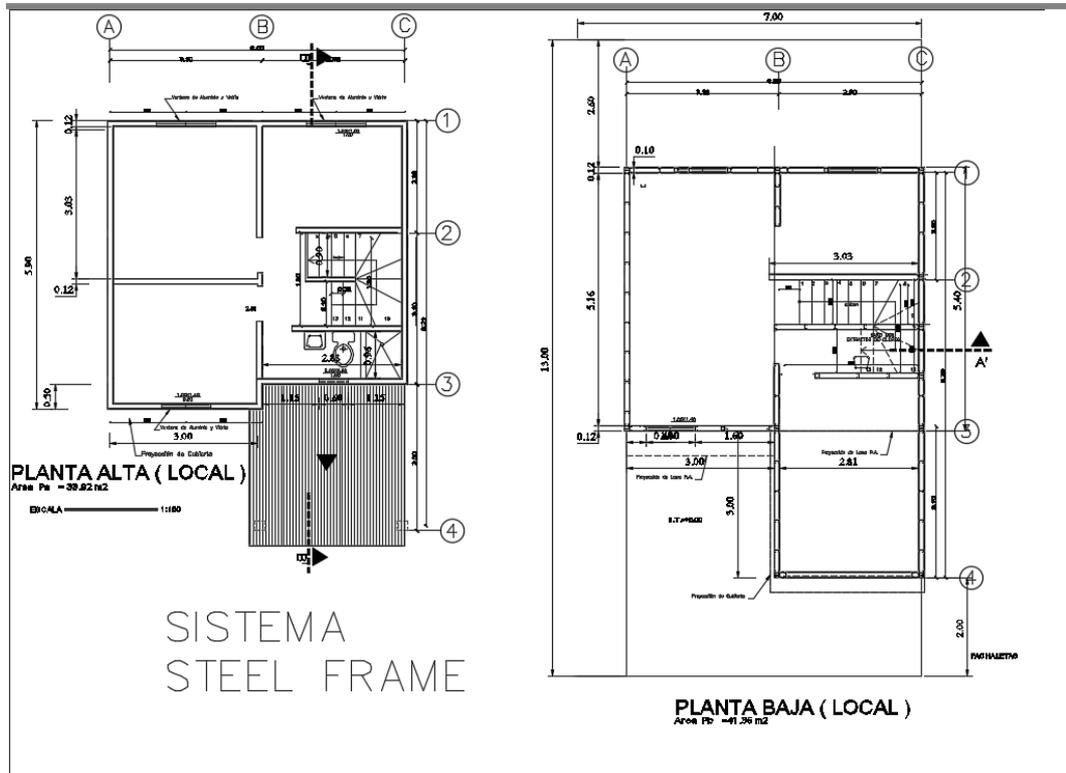


Etapa Cristina – Diseño arquitectónico Sistema "Hormi2"



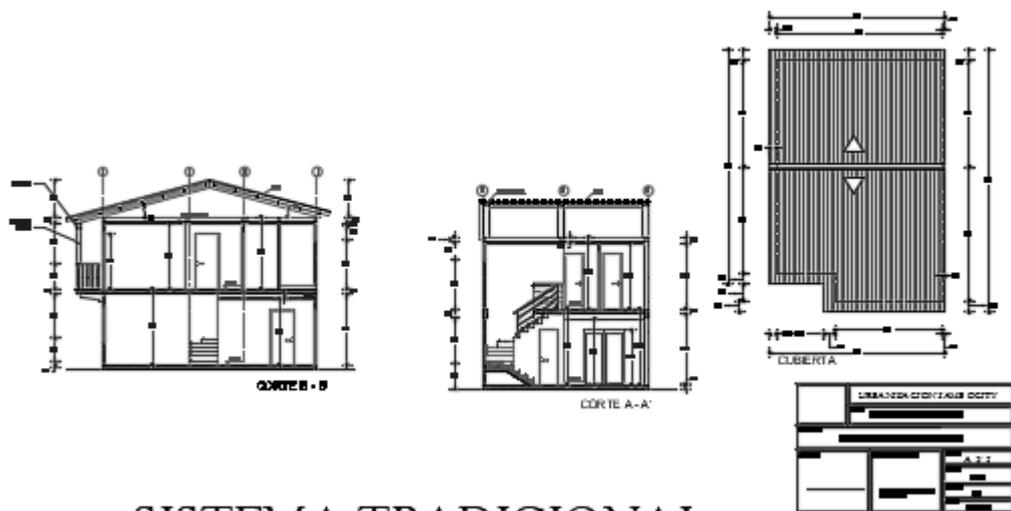
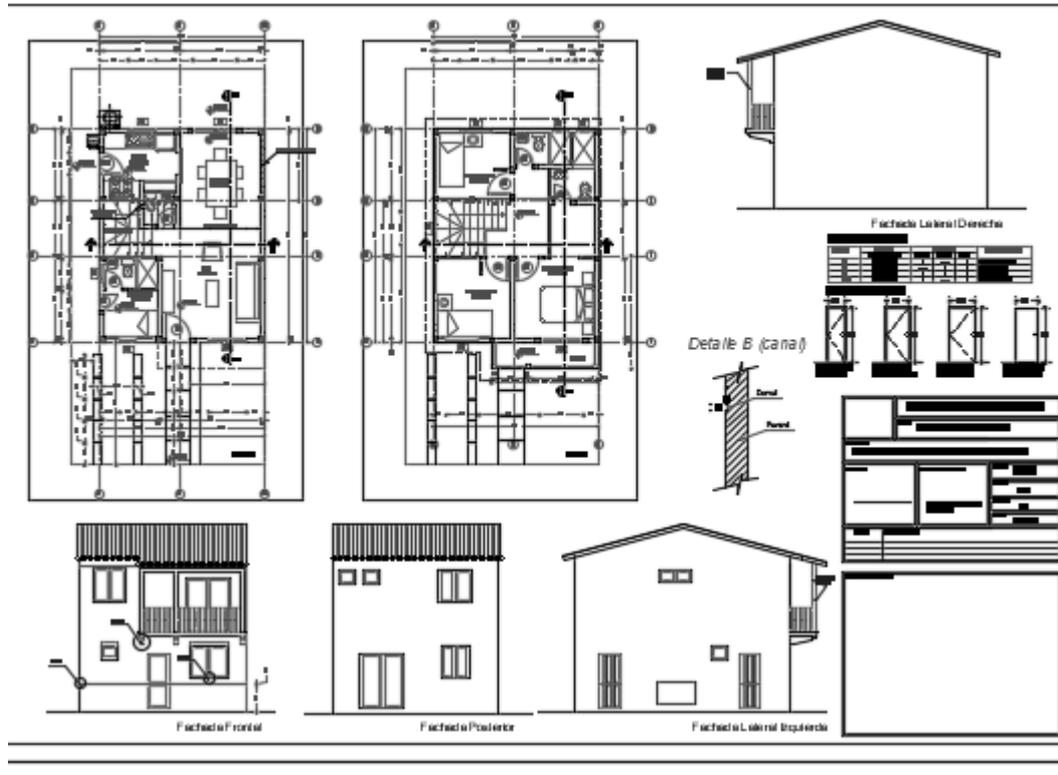
Etapa Cristina – Diseño cimentación Sistema "Hormi2"

Etaqa "Cristina" Villa España 2 "Steel Frame"



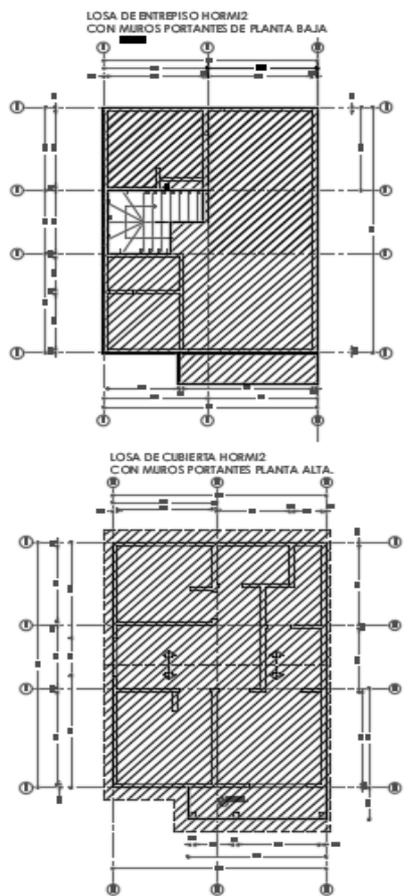
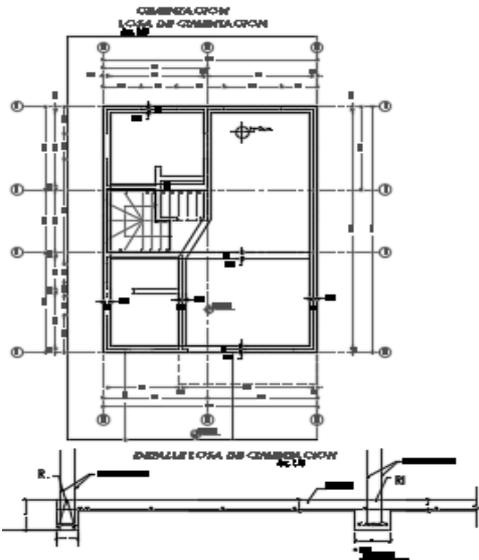
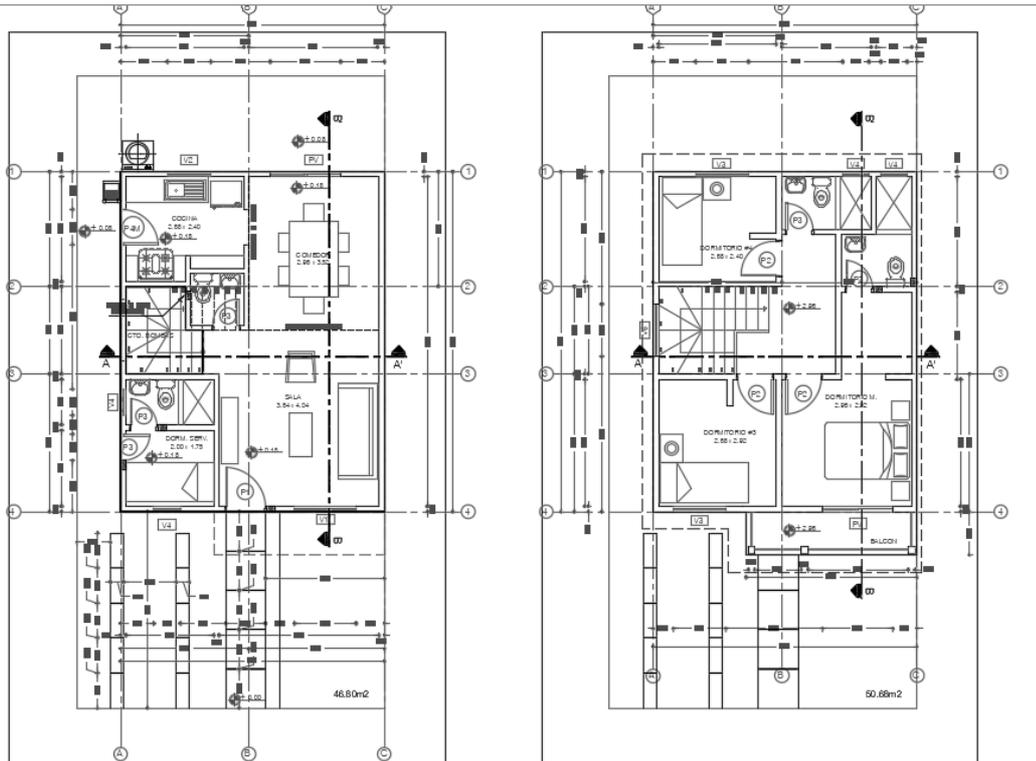
Etaqa Cristina – Diseño arquitectónico Sistema "Steel Frame"

Etapa Scarlet- Sambocity



SISTEMA TRADICIONAL

Etapa Scarlet- Sambocity- Tradicional



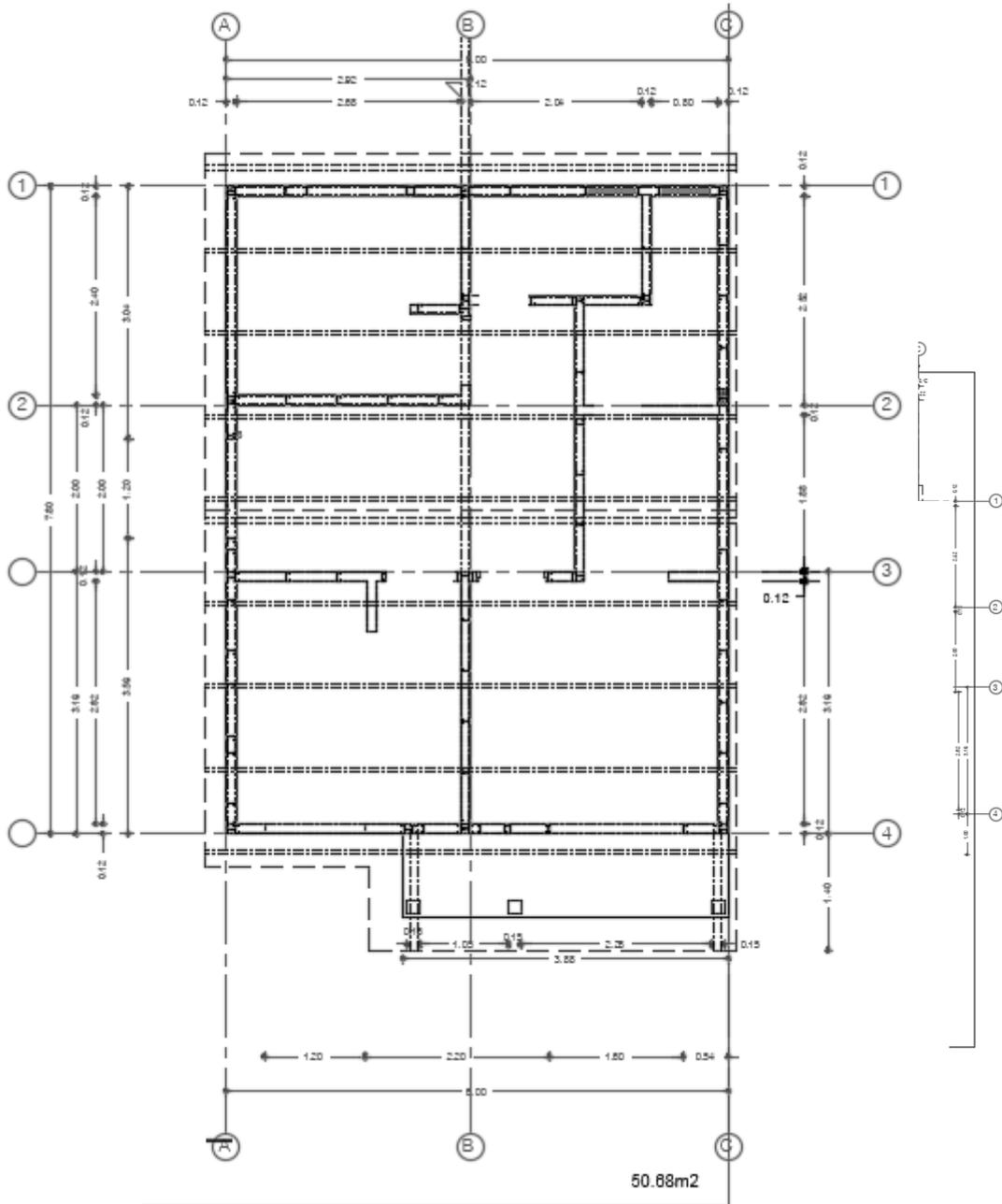
PLANO
ESTRUCTURAL
HORMI2

Etapa Scarlet- Sambocity arquitectónico y estructural Sistema "Hormi2"

“Steel Frame”

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

PLANTA CUBIERTA



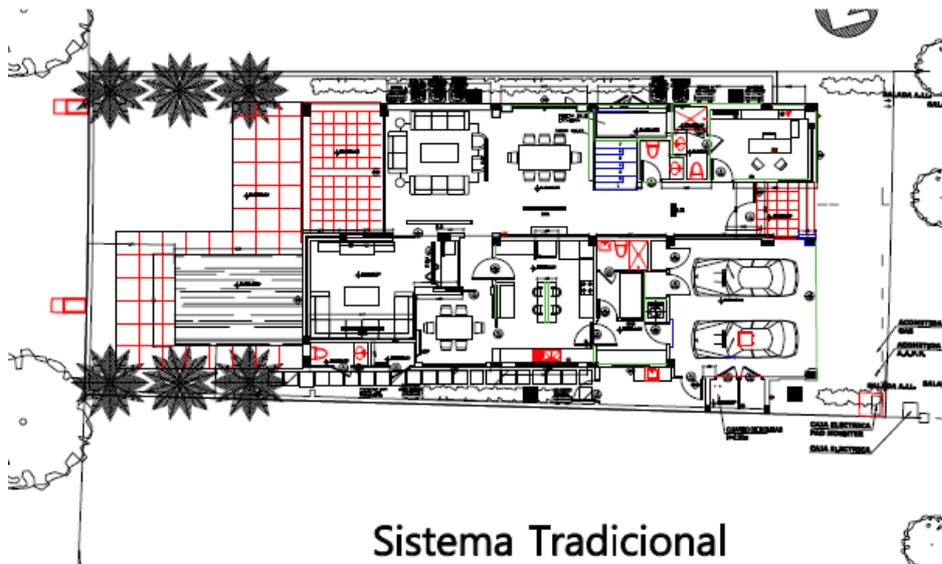
***Etapa Scarlet- Sambocity arquitectónico y estructural Sistema
“Steel Frame”***

Mocolí- Urb Península



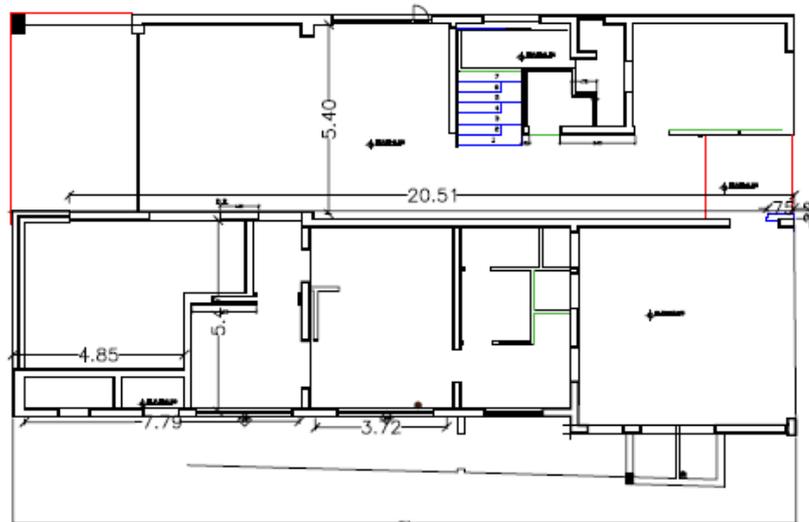
Fachada Principal

Fachada Principal

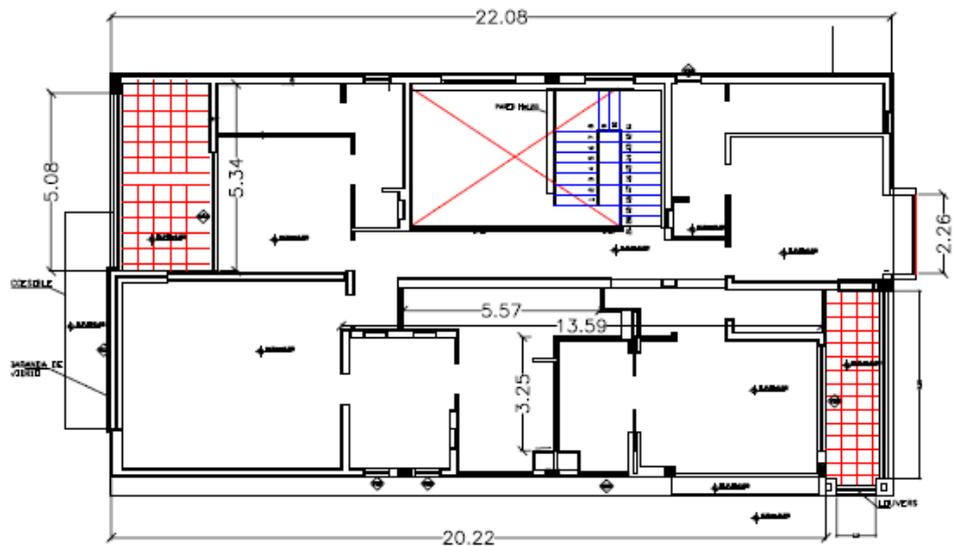


Sistema Tradicional

Planta Baja



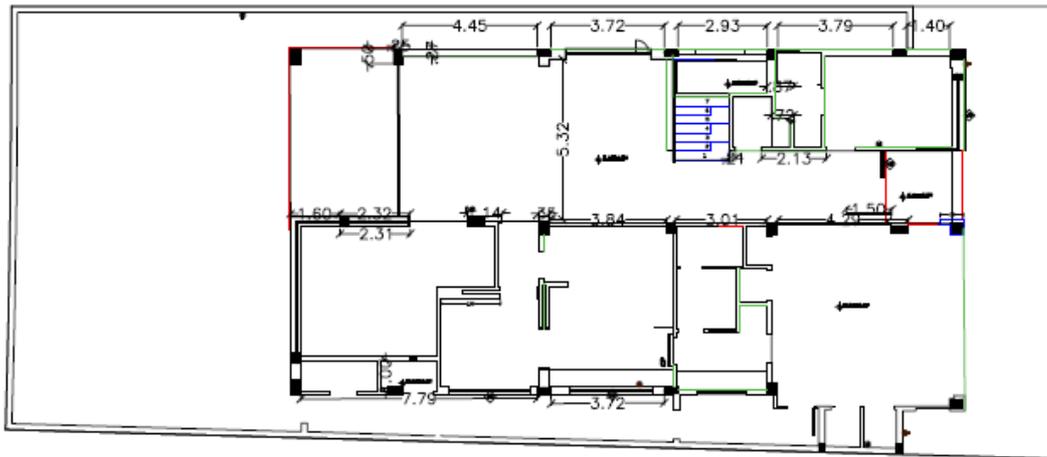
Planta Alta



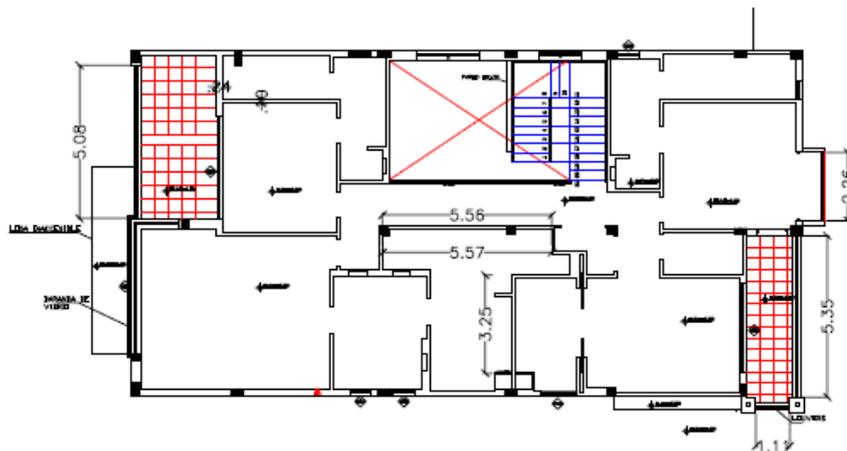
Sistema Hormi2

Mocolí- Urb Península Sistema Hormi2

Planta Baja

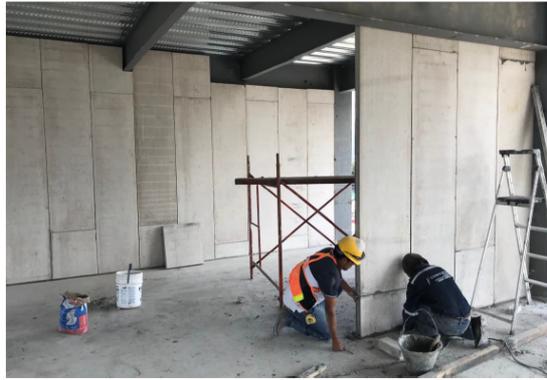
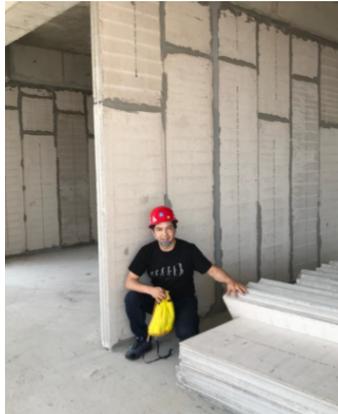


Planta Alta



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