



Facultad de Arquitectura e Ingenierías
Maestría de Arquitectura con mención en Proyectos Integrales

“Prototipo de vivienda VIP, en Steel Framing energéticamente eficiente para zona sísmica de Ecuador”

Autor: Adolfo Sebastián Duarte Ayala
Tutor: Javier Martínez Gomez

Quito, agosto 2020



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, ADOLFO SEBATIÁN DUARTE AYALA, con cédula de ciudadanía número 1714892609, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

ADOLFO SEBATIÁN DUARTE AYALA
C.C. 1714892609

DECLARATORIA

El presente Trabajo de Titulación titulado:

“Prototipo de vivienda VIP, en Steel Framing energéticamente eficiente para zona sísmica de Ecuador”

Realizado por:

ADOLFO SEBASTIÁN DUARTE AYALA

Como requisito para la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN ARQUITECTURA: MENCIÓN EN PROYECTOS INTEGRALES

Ha sido dirigido por el profesor

JAVIER MARTINEZ GOMEZ

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

JAVIER MATINEZ GOMEZ

TUTOR

DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

Néstor Llorca Vega

Cyntia López Rueda

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador

Néstor Llorca Vega
Profesor informante 1

Cyntia López Rueda
Profesor informante 2

DEDICATORIA

Para todos los jóvenes que buscan adquirir su primera vivienda, considerando opciones sustentables y eficientes, así como a los constructores que apuestan por sistemas constructivos y tecnologías no convencionales en el país.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por todo su apoyo incondicional, a Diana por su impulso y a mis amigos Danny y Carlos por su apoyo y sus conocimientos que contribuyeron a la elaboración de este documento

RESUMEN

En la actualidad el **déficit de vivienda** es una de las principales características de los países latinoamericanos y sobre todo de países como el Ecuador. Problema que se evidencia en las capitales y cabeceras cantonales de todo el país, donde aspectos como la **migración interna**, producto de los procesos de desplazamiento de las personas del campo a la ciudad, son factores que han contribuido notablemente a la creciente demanda de vivienda en el **Cantón Rumiñahui**.

Partiendo de la premisa antes mencionada, surgen propuestas como la **Vivienda de Interés Público (VIP)**, que permiten acceder a su primera vivienda a grupos poblacionales jóvenes (considerados a partir de los 35 años). Este tipo de vivienda consigue enmarcarse dentro de las políticas estatales, para acceder a créditos con un interés inferior al 5%.

El presente trabajo surge a partir de un proceso de investigación en el que se realizó un análisis del sector, este acercamiento permitió establecer características generales de la zona de trabajo, por otra parte la revisión histórica ayudó a determinar las condiciones y proyecciones de crecimiento demográfico del cantón, se realizó también un estudio de la realidad de la vivienda en el sector y de las principales ofertas inmobiliarias existentes en los alrededores, a fin de entender las propuestas de vivienda y el contexto en el que se enmarca el proyecto.

Parte importante dentro del proceso de investigación, planteado para esta propuesta, fue el análisis de actores que intervienen directamente en el ámbito de la vivienda del cantón, cuyo objetivo era aprovechar las interconexiones que se producen entre los actores que conforman este sistema.

Por lo tanto, la propuesta de diseño de un **prototipo de vivienda** de interés público (VIP) energéticamente eficiente, desarrollada en un **sistema liviano** como lo es el **Steel framing** se presenta como una alternativa de construcción no tradicional para el Ecuador; buscando preservar principalmente aspectos como el capital natural, reduciendo el consumo de agua, las emisiones de carbono, los costos de transporte de materiales y consumo energético, evitando la necesidad de emplear sistemas de climatización por la materialidad de los envolventes de la edificación. Dentro de este estudio se realizaron análisis comparativos entre los sistemas tradicionales y los sistemas livianos, del que se obtuvo un mejor comportamiento de los sistemas livianos en comparación a los tradicionales; parte de toda esta investigación se determina que costo del prototipo es 55.174,93 dólares.

Finalmente, el empleo de este tipo de sistemas eficientes dentro de los procesos constructivos, busca enmarcarse dentro de los objetivos de la **economía circular** procurando: la optimización de recursos (empleando modulaciones que reducen el desperdicio de material) y promoviendo sistemas efectivos de larga duración cuyos materiales pueden ser reutilizados o reciclados.

Palabras claves: Vivienda de Interés Público (VIP), prototipo de vivienda, sistema liviano, Steel framing, economía circular.

ÍNDICE

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

- a. Situación actual de la vivienda en Ecuador

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- a. Déficit de vivienda
- b. Materialidad y oferta de vivienda

3. JUSTIFICACIÓN

4. OBJETIVOS

- a. Generales
- b. Específicos

5. PROCESO METODOLOGICO

- a. Proceso investigativo
- b. Proyecto integral

CAPITULO II

1. APROXIMACIÓN AL LUGAR DE ESTUDIO

- a. Ubicación
- b. Condiciones climáticas
- c. Zona de trabajo
 - A. Antecedente histórico.
 - B. Análisis demográfico
 - C. Contexto urbano
- d. Red de actores en el sistema

2. ENTORNO INMOBILIARIO

- a. Oferta inmobiliaria
- b. Condiciones de acceso y construcción vivienda interés prioritario

- c. Normativa para steel framing en vivienda
 - d. El cliente
3. ECONOMÍA CIRCULAR
- a. Principios de la economía circular
 - b. Características de la economía circular
 - c. Ciclo de vida de los materiales en los procesos constructivos
4. RAZONAMIENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONDICIONES DE LA VIVIENDA
- a. Eficiencia Energética
 - b. Reducción de consumo energético en los procesos de construcción
 - c. Condiciones térmicas de la vivienda
 - d. Steel framing como alternativa de solución constructiva

CAPITULO III

1. PLANTEAMIENTO DE PROYECTO
- a. Selección de terreno referencial
 - b. Programa arquitectónico
 - c. Principios de diseño
 - d. Zonificación
2. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA
- a. Plantas arquitectónicas
 - b. Fachadas
 - c. Cortes
 - d. Vistas 3d
3. SISTEMA CONSTRUCTIVO
- a. Características estructurales del proyecto
 - b. Detalles constructivos
 - c. Innovación técnico constructiva
4. PRESUPUESTO

CAPITULO 4

1. CONCLUSIONES
2. BIBLIOGRAFÍA

CAPITULO I

1.INTRODUCCIÓN

a. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VIVIENDA EN ECUADOR

En la actualidad el déficit de vivienda es una característica constante de los países latinoamericanos; países como el Ecuador se enfrentan al reto de solventar este déficit, tanto cualitativo como cuantitativo. El mismo que se evidencia notablemente en las principales capitales y cabeceras cantonales del país, donde la **migración interna**¹, proceso migratorio del campo a la ciudad principalmente, es uno de los aspectos que ha contribuido a la creciente demanda de vivienda.

La población joven, es decir, considerada a partir de los 35 años, busca como un objetivo aspiracional, dejar de arrendar para poder adquirir su primera vivienda. Para este grupo poblacional específico, las políticas adoptadas por los gobiernos de turno han determinado un tipo de vivienda, que les permita acceder a un crédito de bajo interés, con un plazo de pago a 25 años.

Por estas razones surgen propuestas de vivienda como la **Vivienda de Interés Público (VIP)**, que permite acceder a su primera vivienda a este grupo poblacional ya mencionado. Evidenciando como uno de sus principales problemas el diseño y la materialidad de la vivienda, ya que estos buscan responder a intereses específicamente económicos de constructores y de los promotores inmobiliarios, quienes aplican principalmente sistemas constructivos tradicionales.

¹ **Migración interna.** - Se entiende como migración interna, al desplazamiento de una persona o grupo de personas desde su lugar de residencia hacia otro punto, con la finalidad de radicarse de manera temporal o permanentemente, es decir, el término migración interna se refiere al tipo de migración que se produce dentro de un mismo país, generalmente producido por causas políticas, sociales, económicas, etc. (Raffino, 2020)

Debido a la caracterización de los materiales, no siempre presentan un adecuado desempeño energético, convirtiéndose en una necesidad la búsqueda de sistemas constructivos alternativos, cuya eficiencia permita que este tipo de viviendas sean un aporte para el desarrollo sostenible de campos como el de la construcción.

En la actualidad el 60% los créditos para la construcción de vivienda a nivel del país están destinados al desarrollo de vivienda VIP, situación que se presenta como una oportunidad para desarrollar propuestas arquitectónicas eficientemente energéticas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

a. DEFICIT DE VIVIENDA

El Requerimiento de vivienda a nivel país debido a su déficit cualitativo y cuantitativo, es una constante que no deja fuera a sectores como el **Cantón Rumiñahui**; el crecimiento de su población, así como las migraciones internas, son aspectos que han generado una creciente demanda de vivienda dentro de este cantón.

Según el plan de ordenamiento territorial del cantón uno de los problemas que se suma es el **hacinamiento**², situación presente incluso en zonas rurales, que no siempre se toman en cuenta en los análisis de densidad poblacional, debido a la dispersión de los asentamientos.

Conforme avanza el crecimiento poblacional, el aprovechamiento de los recursos energéticos de manera eficiente, se vuelve un objetivo fundamental para alcanzar la **sostenibilidad**³ y el progreso hacia una **economía circular**, con la finalidad de reducir los niveles de desperdicio, favorecer el reciclaje y optimizar los recursos.

En la actualidad las viviendas de interés público VIP, emplean sistemas constructivos tradicionales, los cuales por la caracterización de sus materiales de construcción no son eficientes, debido a los niveles de aislamiento térmico, acústico, velocidad de ejecución de obra y consumo de agua que producen. De esta condición, surge la importancia en la búsqueda de prototipos de vivienda que, de acuerdo a su diseño y materialidad, promuevan la reducción de consumo energético dentro de su ciclo de vida, buscando mejoras que favorezcan a sus usuarios como al país.

² **Hacinamiento.** - Término que se utiliza como referencia a la aglomeración de personas en un lugar o espacio reducido “cuya superficie no es suficiente para albergar a todos los individuos de manera segura y confortable”. (definicion.de, 2020)

³ **Sostenibilidad.** - Se define como “la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social”. (oxfamintermon.org, 2020)

Problemática de vivienda en Latinoamérica, reconocida en el Hábitat

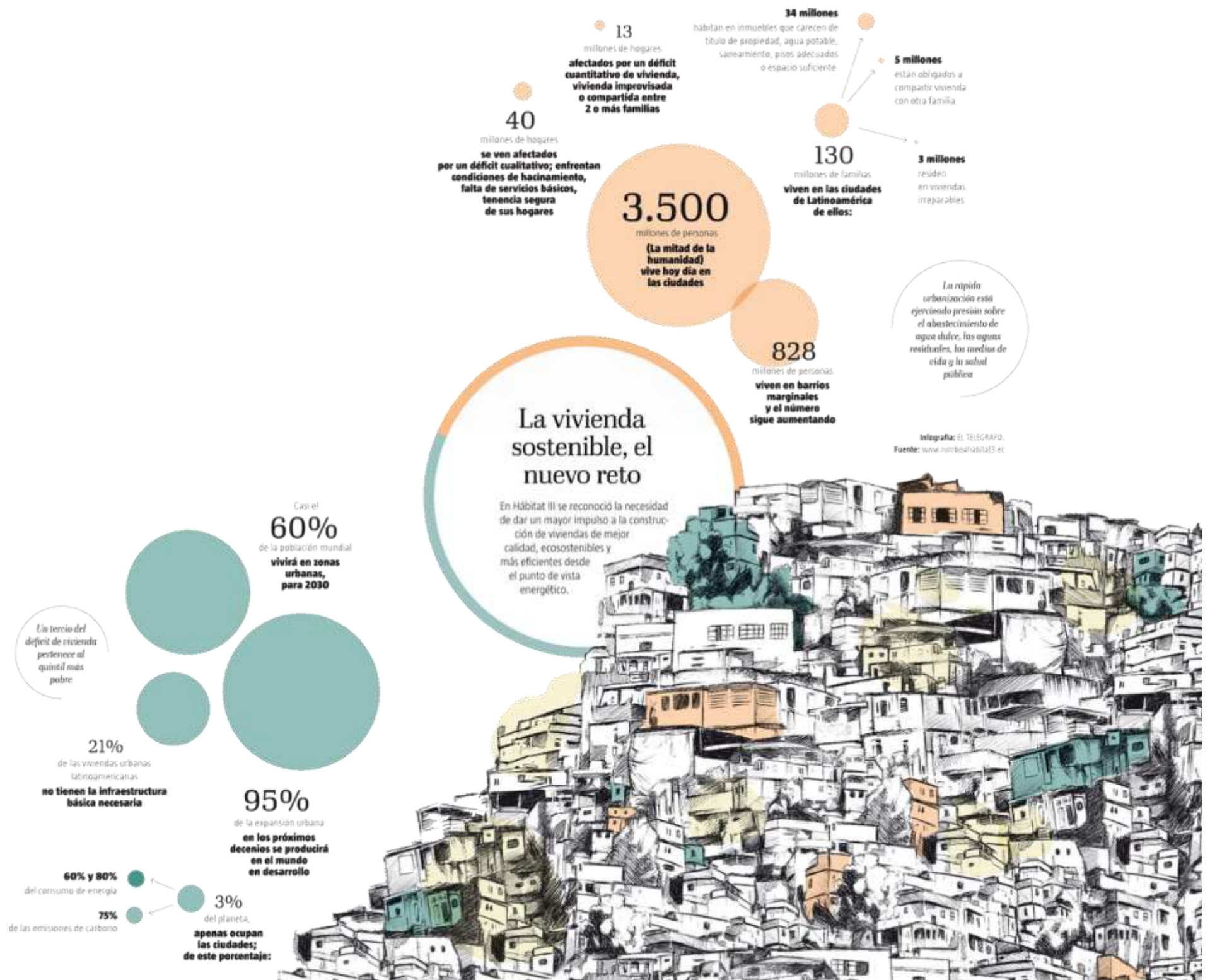


Ilustración 1 Recuperado de: www.rumboahabitat3.ec, 2020

b. MATERIALIDAD Y OFERTA DE VIVIENDA

Según datos tabulados de del INEC en el 2018 existieron 6110 construcciones destinadas para vivienda, de las cuales la tabiquería de 543 está conformada por ladrillo de arcilla, 5143 con bloque de hormigón hueco, 403 correspondían a la construcción con materiales prefabricados y 14 entre tapia, madera revestida y caña. Evidenciando el dominio del bloque como la principal elección de constructores y usuarios al momento de construir vivienda. Considerando que con un espesor de 10 cm cuenta con una resistencia térmica de $1,32 \text{ m}^2 \text{ k/w}$, se debe conseguir envolventes que presenten un equilibrio costo beneficio la resistencia térmica que ofrezcan, como se observa en el siguiente esquema.

Esquema comparativo del uso de materiales para la construcción de viviendas

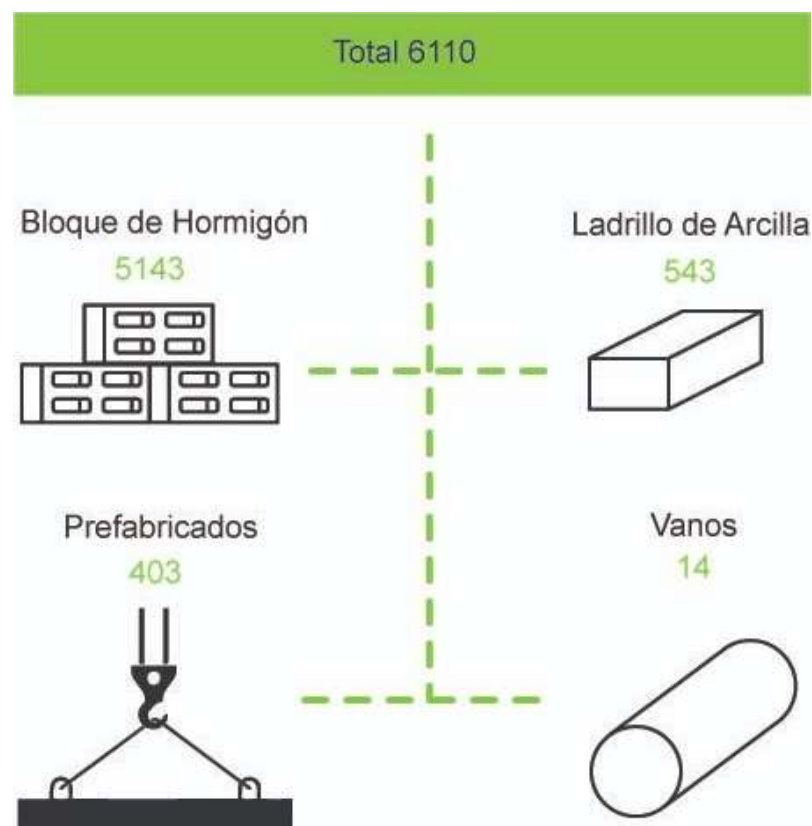


Ilustración 2 Fuente: "Materialidad de la vivienda en la provincia de Pichincha" (INEC, 2010)

“Según la Consultora MarketWatch, el 60% de la oferta de vivienda en el país cuenta con un costo inferior a los USD90.000, el 80% de la oferta se concentra en ciudades como Quito y Guayaquil; evidenciando un déficit cualitativo de vivienda, así como cuantitativo, según el ministerio de hábitat y vivienda, 1.7 millones de hogares de los 3.8 del país cuenta con una afectación de calidad y cantidad, dejando una importante sección poblacional sin atención en cuanto a temas de vivienda”. (Wolf Real State, 2017).

A diferencia de los créditos hipotecarios convencionales que otorgan el 75% del monto de la vivienda, un crédito de vivienda VIP aprueba hasta un 95% del monto de la vivienda, con apenas un 5% de entrada para su adquisición con una tasa de interés promedio del 4,88% (Wolf Real State, 2017).

Propuestas habitacionales de vivienda VIP “Casa VIP Gardens”



Ilustración 3 Fuente: Elaboración propia, 2019.

3. JUSTIFICACIÓN

La justificación de este proyecto se basa en los objetivos 8 y 12 de las **ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible)** enmarcados dentro del Pacto Global como iniciativa de la **Organización de las Naciones Unidas (ONU)** dentro del cual, este tipo de organizaciones se comprometen voluntariamente a alinear sus estrategias y operaciones con principios universalmente aceptados.

Dentro de este marco el **objetivo número 8** busca fomentar, el “*trabajo decente y crecimiento económico*”, permitiendo tanto a constructores como a mano de obra local el acceso a plazas laborales dignas. El **objetivo número 12** en cambio fomenta la “*producción y consumos responsables*”, el empleo de sistemas constructivos que optimicen los tiempos de construcción, reduzcan el consumo de agua y la cantidad de desperdicios, se plantean como aspectos que promuevan la sostenibilidad. Por otra parte, se enmarca dentro de lo que contempla la **Agenda Nacional Urbana Ecuador**, en la búsqueda de construir **ciudades sostenibles**, que mejoren el manejo de los recursos, aplicados a procesos eficientes de construcción de vivienda.

Considerando también las políticas públicas de crédito vip como línea de acción que promueva los objetivos de la **Agenda Nacional Urbana Ecuador**, este proyecto busca “*Controlar la calidad de la oferta habitacional en lo relacionado a materiales, tecnología y tipologías considerando riesgos y vulnerabilidades territoriales, y la afectación al paisaje urbano*” (Viviend, 2019).

Según el **artículo 25** de la “**Carta universal de los derechos humanos**”, la vivienda es considerada un derecho que permita un nivel adecuado de vida y bienestar. Contemplada también en la Constitución del Ecuador como un derecho del “**Buen Vivir**”.

4.OBJETIVOS

a. OBJETIVOS GENERALES

- Comprender las implicaciones de la vivienda VIP, como parte de la investigación que surge a partir del déficit de vivienda del país.
- Encontrar un sistema constructivo eficiente que permita la reducción de desperdicios y optimización de recursos en los procesos constructivos.
- Realizar una comparación entre resistencias térmicas en los materiales de los envolventes de la edificación.

b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un prototipo de vivienda de interés público en steel framing energéticamente eficiente, enfocado a la transmisión térmica de la materialidad de la envolvente.
- Proponer una solución de vivienda con un sistema constructivo no tradicional que brinde una alternativa tanto a constructor como a beneficiario final.
- Realizar el presupuesto de una vivienda en steel framing categorizada VIP.

5. PROCESO METODOLÓGICO

a. PROCESO DE INVESTIGATIVO

Dentro del proceso de investigación, se realizó un análisis del sector, para determinar una posible ubicación del proyecto, también una primera aproximación al lugar de estudio, que permitió establecer sus características generales como: ubicación geográfica, clima, entre otras.

Parte de esta aproximación al lugar de estudio, se analizaron las condiciones climáticas y se realizó un breve análisis de entorno inmediato, permitiendo comprender las características principales del sector y los factores que influyen directamente en el proyecto.

PROCESO METODOLÓGICO

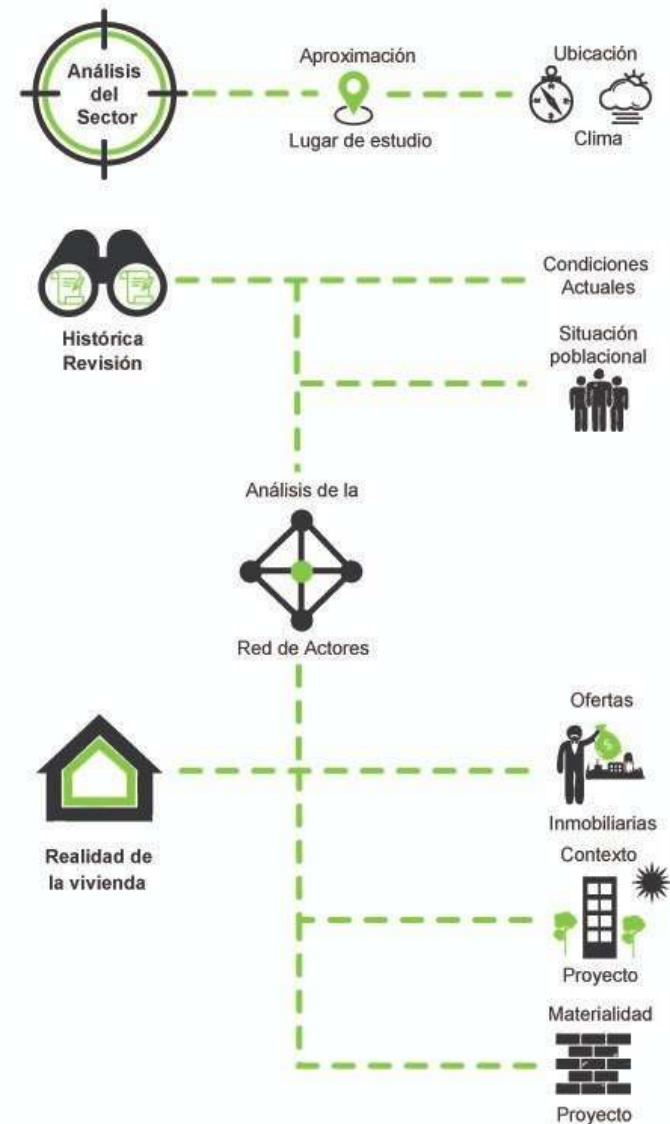


Ilustración 4 Fuente: Elaboración propia, 2020.

Para el desarrollo del proyecto era necesario realizar una revisión histórica del entorno, investigando los antecedentes del lugar, aspecto que permitió entender las condiciones actuales del lugar y conocer la situación poblacional actual, determinando los sectores de la población que interactuaran directamente con el proyecto.

Se realizó también un estudio de la realidad de la vivienda en el sector y de las principales ofertas inmobiliarias existentes en los alrededores, a fin de entender las propuestas de vivienda y el contexto en el que se enmarcará el proyecto.

Parte importante dentro del proceso de investigación, planteado para esta propuesta fue el análisis de actores que intervienen directamente en el ámbito de la vivienda del cantón, con la finalidad de aprovechar las interconexiones que se producen entre los mismos.

Se revisó la oferta de vivienda y materialidad presentes en el lugar de estudio, lo que permitió encontrar lineamientos, que sirvieron como base de conocimiento respecto a la materialidad de los proyectos de vivienda ofertados, entendiendo su desempeño térmico y las transferencias térmicas que estos puedan tener.

Finalmente, el análisis del desempeño térmico de los materiales empleados en la oferta de vivienda existente en el sector permitió establecer un escenario, que determinó las opciones más eficientes y las alternativas no convencionales existentes en el mercado. Con esta investigación de opciones y de sistemas constructivos que buscan mejorar el desempeño, tiempos de ejecución y condiciones de calidad de la vivienda, mediante la caracterización de materiales, se realizó una propuesta de vivienda VIP, diseñada en Steel framing energéticamente eficiente para este cantón del país.

b. PROYECTO INTEGRAL

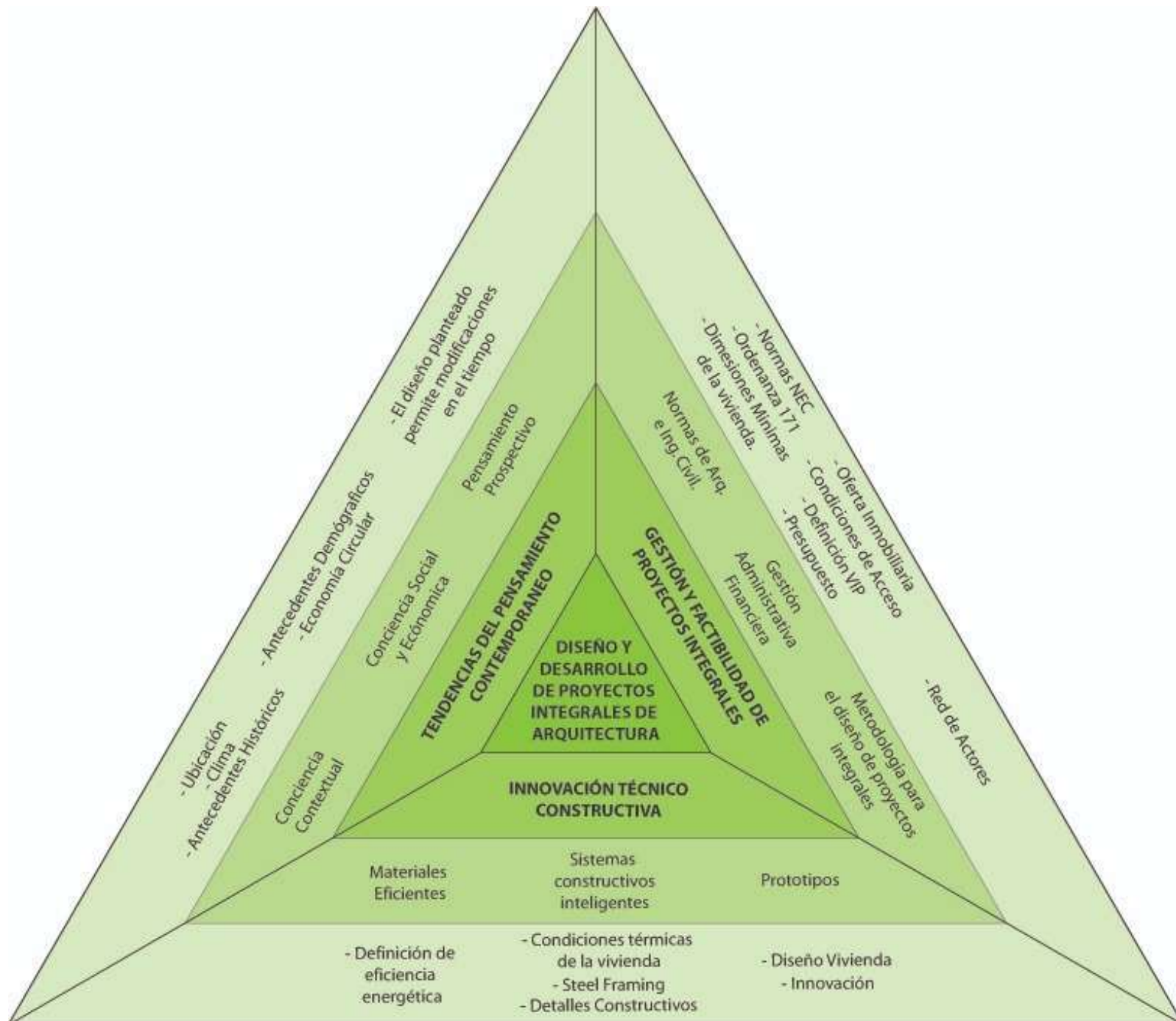
El siguiente esquema representa las tres ramas de pensamiento que corresponden a la concepción de un **proyecto integral**, dentro de las “**tendencias del pensamiento contemporáneo**” se enmarcan: la “**conciencia contextual**” (ubicación, clima y antecedentes históricos del sector, etc.); la “**conciencia social y económica**” (condiciones poblacionales, sus características actuales y de crecimiento); fomentar aspectos como la economía circular que permita un adecuado manejo de los recursos precautelando principalmente el capital natural es uno de los objetivos de esta rama del conocimiento.

El “**pensamiento prospectivo**”, por otra parte, se plantea como las proyecciones de crecimiento poblacional del sector y por tanto la demanda de vivienda, así como también la posibilidad de expansión de las familias para las que se enfoca el proyecto, genera la posibilidad de adecuaciones de la vivienda que responde a este requerimiento.

Dentro de la “**gestión y factibilidad de proyectos**”, se contempla la posibilidad de acceso al crédito para vivienda VIP por parte de la población joven, en busca de su primera vivienda, considerando la **normativa** y los requerimientos básicos para tener acceso a esta política pública; sin dejar de lado la red de actores que intervienen en la vivienda del sector e influyen en la normativa vigente a nivel nacional e internacional para la construcción con sistemas livianos.

En lo que respecta a la “**innovación técnico constructiva**” se propone la ejecución de un sistema constructivo considerado no tradicional en el Ecuador, que cuenta con las características necesarias para aportar eficiencia en la construcción y el uso de la edificación, además de incorporar un aporte de sistema inteligente de clasificación de aguas lluvias y riego dentro de la vivienda.

ESQUEMA DE PROYECTO INTEGRAL



Fuente: Ejes del conocimiento Maestría de Arquitectura con mención en Proyectos Integrales, UISEK, 2020.

CAPITULO II

1. APROXIMACION AL LUGAR DE ESTUDIO

a. UBICACIÓN

El Cantón Rumiñahui, se ubica al sur oriente de la provincia de Pichincha, en el centro norte de la República del Ecuador, zona geográfica conocida como región la interandina o sierra (zona caracterizada por ser un valle alto andino ecuatorial). Pertenece a la jurisdicción del “**Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Rumiñahui**”, considerado como cantón el 29 de mayo de 1861, cuenta con una extensión de 134,15 Km², formando parte del valle de los Chillos. (Rumiñahui, 2012)

Esquema de ubicación del Cantón Rumiñahui



Ilustración 5 Ubicación del Cantón Rumiñahui y zona de estudio. Fuente: Elaboración propia, 2019.

b. CONDICIONES CLIMÁTICAS

El Cantón Rumiñahui presenta tres tipos de clima: **ecuatorial frío húmedo**, **ecuatorial mesotérmico húmedo y paramo**. Se debe tener en cuenta que el 75% de la zona se encuentra dentro del ecuatorial mesotérmico húmedo, área donde se realizara la implantación del prototipo de vivienda energéticamente eficiente (EE). (Rumiñahui, 2012).

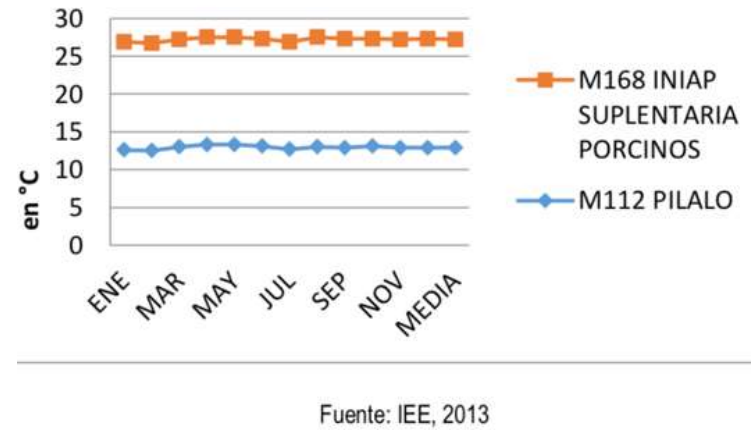
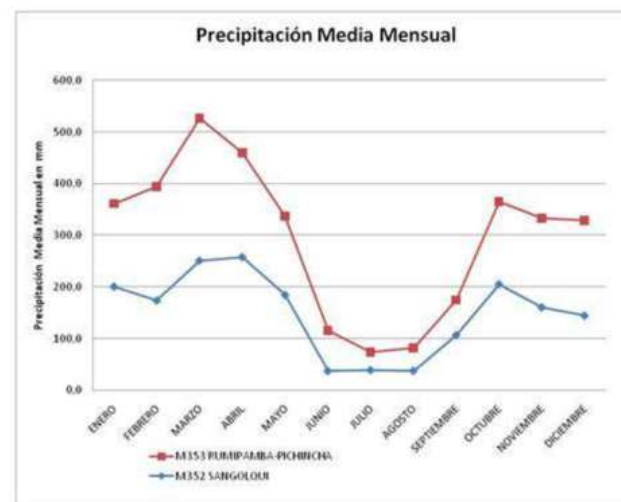


Ilustración 6 Temperatura media mensual Cantón Rumiñahui

Cuenta con una temperatura promedio de 13,6 °C y temperaturas que oscilan entre los 8°C en las noches y 16 a 23 °C durante el día. La precipitación media anual es de 1000mm, siendo los meses abril y octubre los de mayor precipitación, y contando con los picos más bajos en los meses de junio hasta agosto (*Rumiñahui, 2012*).

Precipitación mensual Cantón Rumiñahui



Fuente: IEE-MAGAP, 2013

Ilustración 7 Precipitación media mensual del cantón

Estas variantes de temperatura se revisaron durante el desempeño de las viviendas, sus materiales, su comportamiento térmico y energético (Rumiñahui, 2012).

c. ZONA DE TRABAJO

a. ANTECEDENTE HISTÓRICO

El **Cantón Rumiñahui** se implanta en lo que se conoce como el “Valle de los Chillos”, caracterizado por ser una de las principales zonas de granero de Quito, dedicado a la producción agrícola.

Con el paso del tiempo, el crecimiento de su cabecera cantonal, producto de la expansión urbana de la ciudad de Quito, proceso que históricamente ha generado migraciones internas y externas dentro del cantón, ha provocado un desarrollo tanto de lo comercial como de las industrias que ya desde 1908 han sido fuentes de empleo local, como la fábrica “**El Progreso**”⁴.

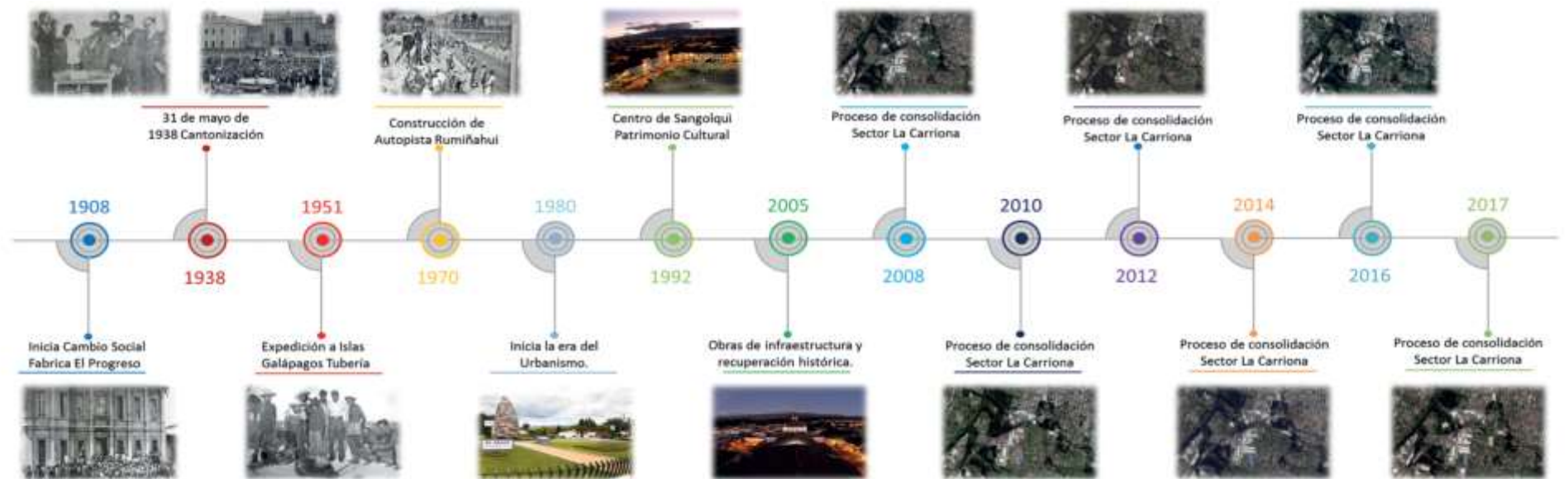
Para 1938, tres meses después de su cantonización, producto un terremoto de 7,10 Mw que afectó a su población generando colapsos en edificaciones, fisuras y grietas en otras, destruyendo una de las torres de la iglesia. El cantón daba muestras de una clara organización interna y del interés de sus habitantes por generar mejoras continuas.

Su vínculo con la capital ha sido un factor de indiscutible desde sus inicios, constituyendo un hito histórico como la construcción de la autopista General Rumiñahui, a partir de 1980 donde inicia la era de urbanismo planificado de la ciudad, en 1992 el centro de Sangolquí fue declarado **Patrimonio Cultural**, aspecto que evidenciaba un claro crecimiento de este

⁴ **Fábrica “El Progreso”**. – Es una empresa dedicada a la “elaboración de productos de tabaco y sustitutos de productos de tabaco: tabaco homogeneizado o reconstituido, cigarrillos, picadura para cigarrillos, tabaco de pipa, tabaco de mascar, rape, etc.”. (emis.com, 2016)

cantón. Para el 2008 la mancha de crecimiento urbano se incrementó progresivamente consolidando zonas urbanas que anteriormente eran consideradas rurales.

LINEA DE TIEMPO CANTÓN RUMIÑAHUI



Fuente: Elaboración Adolfo Duarte, Andrés Mantilla, Ernesto Andino 2019

b. ANÁLISIS DEMOGRÁFICO

Según el censo del 2015, cuenta con una población de 85852 habitantes, distribuidos en un área rural y otra urbana, que evidencia un notable crecimiento, en ambos sectores. Según Roció Murad, de CELPAL Colombia, los procesos de crecimiento tanto urbanos como rurales, tienen efectos directos en las migraciones internas, la población se concentra donde puede encontrar disponibilidad de servicios, así como infraestructuras. Salud, educación y la posibilidad de conseguir ofertas laborales. Las proyecciones de crecimiento poblacional muestran una guía para la planificación para años futuros, permitiendo calcular las demandas necesarias tanto en servicios, infraestructura y vivienda. (MIDUVI, 2019)

Proyección de Población Cantón Rumiñahui a 2024

Sector	2010	2014	2020	2024
Urbano	75080	87237	102355	128166
Rural	10772	11706	13078	14726
Total	85852	98943	115433	142892

Fuente: (Rumiñahui, 2012)

Como se puede apreciar en la imagen, se tiene previsto un incremento de la población total para 2024 del 66,4% llegando a una población total de 142892, como consecuencia se requerirán propuestas de solución habitacional, así también como un aumento en la infraestructura existente, a fin de poder cubrir con las necesidades de sus futuros habitantes

La población se encuentra compuesta principalmente por una población joven de entre los 9 a 35 años, como muestra la imagen, la pirámide de poblacional según edad y sexo. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Cantón Rumiñahui, 2014)

Pirámide de población cantón Rumiñahui

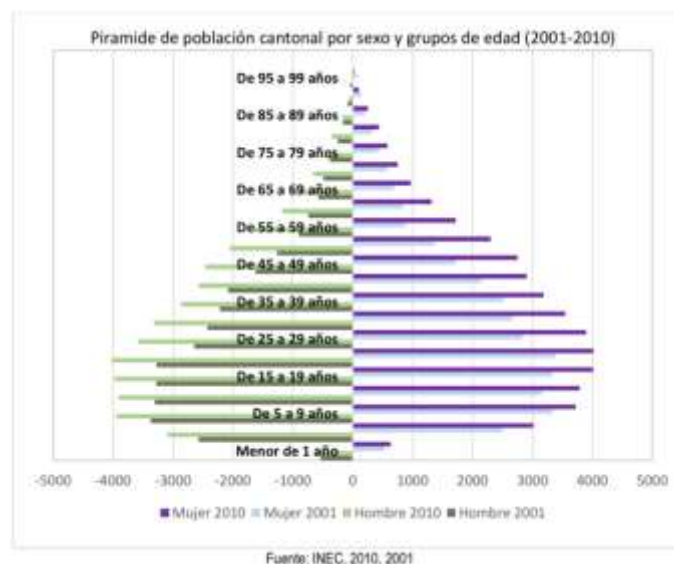


Ilustración 8 Fuente: (Rumiñahui, 2012)

A partir de los 35 años de edad es el punto donde los jefes de hogar empiezan a adquirir viviendas y dejan de rentar una (Volpe, 2014) . Según el Banco Interamericano de Desarrollo, esta edad depende de los ingresos per cápita del país, en países como Chile esta edad será inferior; siendo este sector poblacional el principal consumidor de la oferta inmobiliaria del cantón.

Referente a la ubicación de la población y a la densidad poblacional el **Plan de Desarrollo del Cantón Rumiñahui**, establece que:

“Dentro de estos parámetros elaborados por el Instituto Espacial Ecuatoriano (2013), se ha determinado que en el cantón Rumiñahui según información INEC 2010, existe un “alta y muy alta” densidad en los barrios y comunidades cercanas a las cabeceras parroquiales de Cotogchoa y Rumipamba, también en las cercanías de las vías principales” (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Cantón Rumiñahui, 2014)

Equivalente a 161 habitantes por km², situación relevante el momento del análisis de sector de la vivienda en el cantón, cuyo crecimiento y desarrollo requiere atención, para encontrar soluciones que beneficien a la población, considerando la organización del desarrollo urbano, con un modelo de ciudad que busca ser compacta.

La población del Cantón Rumiñahui, viene creciendo continuamente, motivo por el cual se presenta un requerimiento necesario de sectores como el de vivienda. Según estudios de mercado realizados por la Empresa Pública de Hábitat y Vivienda de Rumiñahui en el año 2016, se presenta un déficit del 42% de vivienda (Rumiñahui, 2012) y sobre todo de vivienda unifamiliar.

Simultáneamente con el crecimiento poblacional del cantón se vienen edificando equipamientos y servicios, con la finalidad de atender a la población existente y tomando en cuenta la proyección de este crecimiento. La oferta de servicios a todo nivel, entre los que destacan: salud, educación, financiero y comerciales, se convierten en atractivos para el

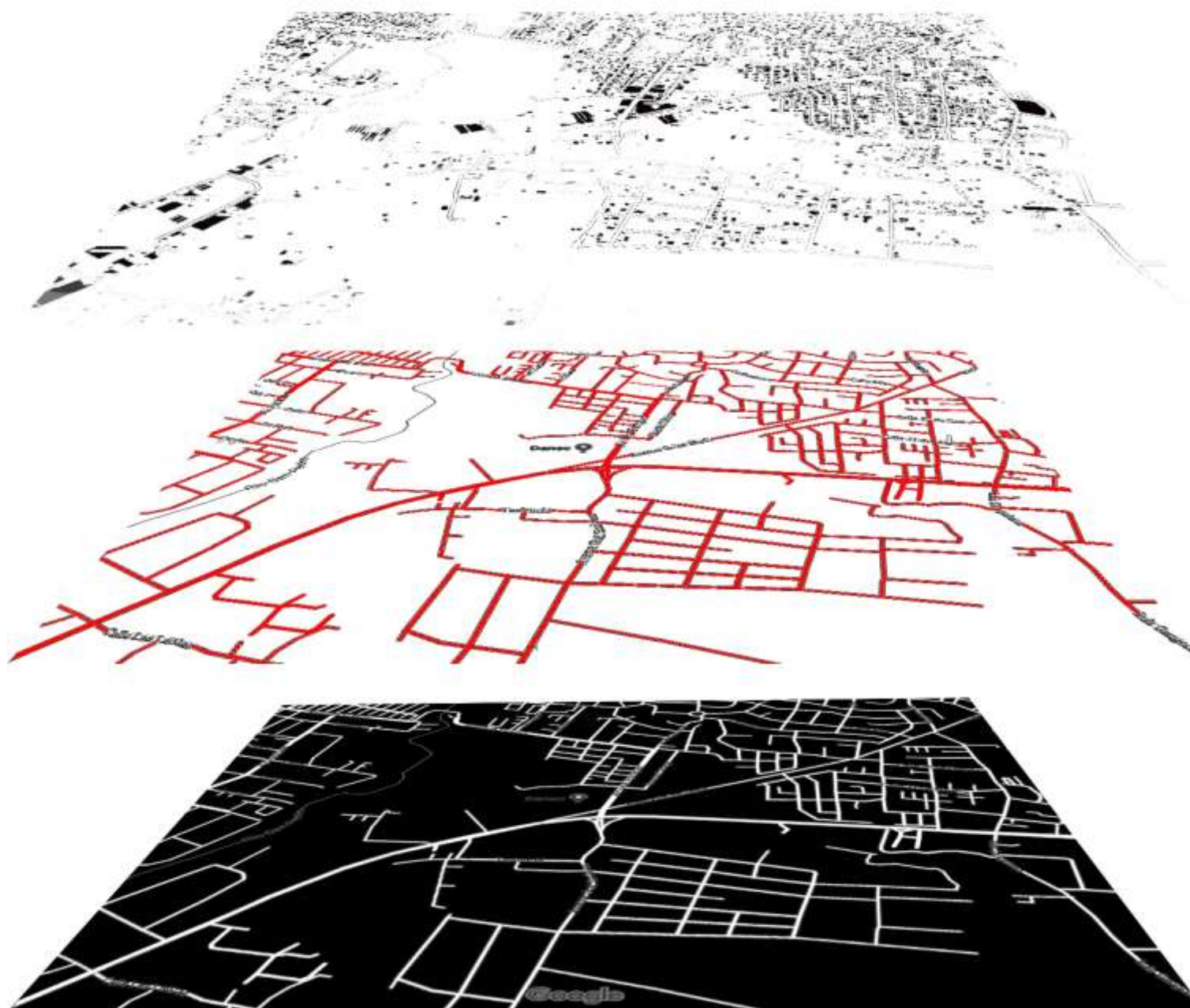
crecimiento poblacional focalizado, producto de migraciones internas, así como de los cantones aledaños.

d. CONTEXTO URBANO

El contexto urbano estudiado para la ubicación de esta propuesta, surge a partir de una revisión sobre los principales aspectos que determinan las características de la zona de trabajo, en la que se revisó la **trama urbana** del sector, estableciendo la presencia de un sistema morfológico orgánico determinado por las curvas de nivel y la topografía, y la segunda conformada por un trazado urbano ortogonal que corresponde a la planificación urbana propuesta por el sector inmobiliario de la zona.

Parte de la trama urbana presente en el sector, está determinada por el **trazado o sistema vial**, esta zona de la ciudad surge a partir de la intersección de dos importantes ejes viales: la Av. General Rumiñahui y la Av. De los Shyris, cuya unión se integra a la Troncal de la Sierra o E35, una vía primaria dentro de la Red Vial Estatal del Ecuador, como se puede observar en los siguientes esquemas.

Esquema de trama urbana y sistema vial



FUENTE: Elaboración en base a levantamiento de GAD Rumiñahui

En la imagen se puede observar la relación que existe entre **vanos y llenos**, diferenciando dos sectores principalmente, uno de **alta densidad** con zonas completamente consolidadas y otro de **baja densidad**, caracterizado por la implantación de viviendas dispersas en amplios terrenos, aspecto que en un futuro podría planificar importantes áreas verdes para el sector.

Dentro del análisis de vanos y llenos, se pudo identificar también los principales usos de suelo, entre los que destacan dos zonas: vivienda (de baja y alta densidad) e industria, a pesar de que existen dos tipos de suelo determinantes en el sector, se puede evidenciar que esta relación entre lo construido y los lotes vacíos, generan un aspecto de permeabilidad visual más no física en toda la zona de trabajo.

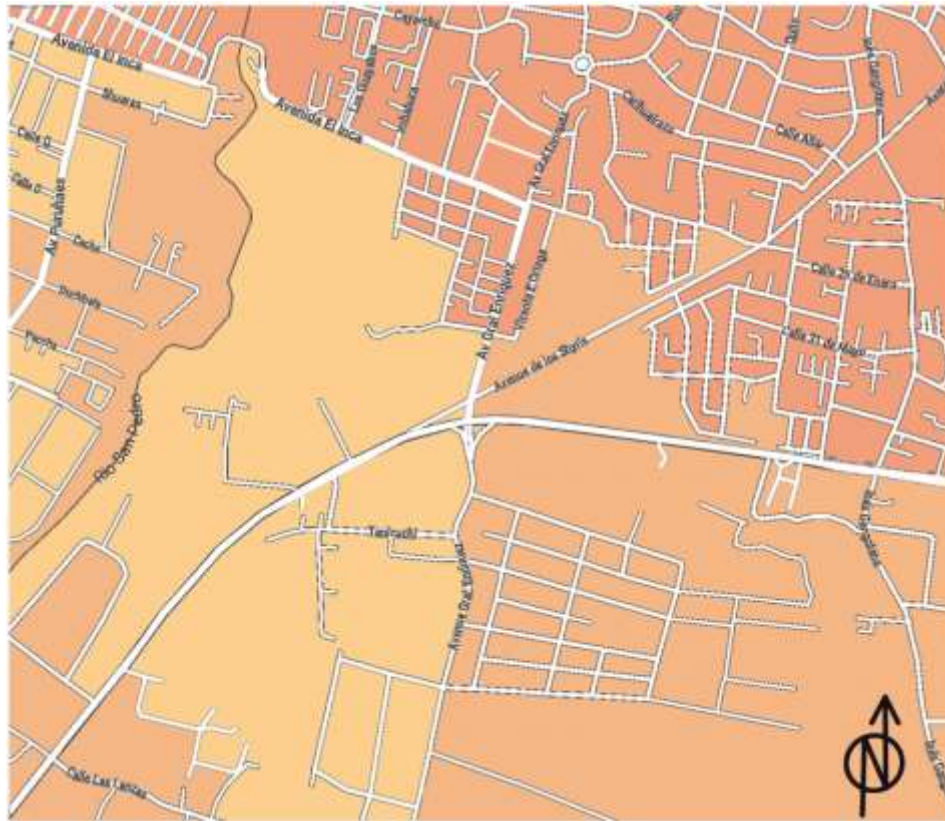
Parte del proceso de antropización del que ha sido parte este cantón, se puede evidenciar que la zona, responde a un modelo de **ciudad fragmentada**⁵, en la que se ha dado prioridad al uso del automóvil, debido a la construcción de la autopista que atraviesa la zona urbana del sector.

Consumo eléctrico

Siguiendo el análisis de las edificaciones y sus tipologías, de acuerdo a los usos de suelo, se clasifican por colores los consumos de energía eléctrica. Partiendo de la curva de cargas eléctricas, donde los colores claros representan consumos inferiores y el color oscuro para un consumo superior.

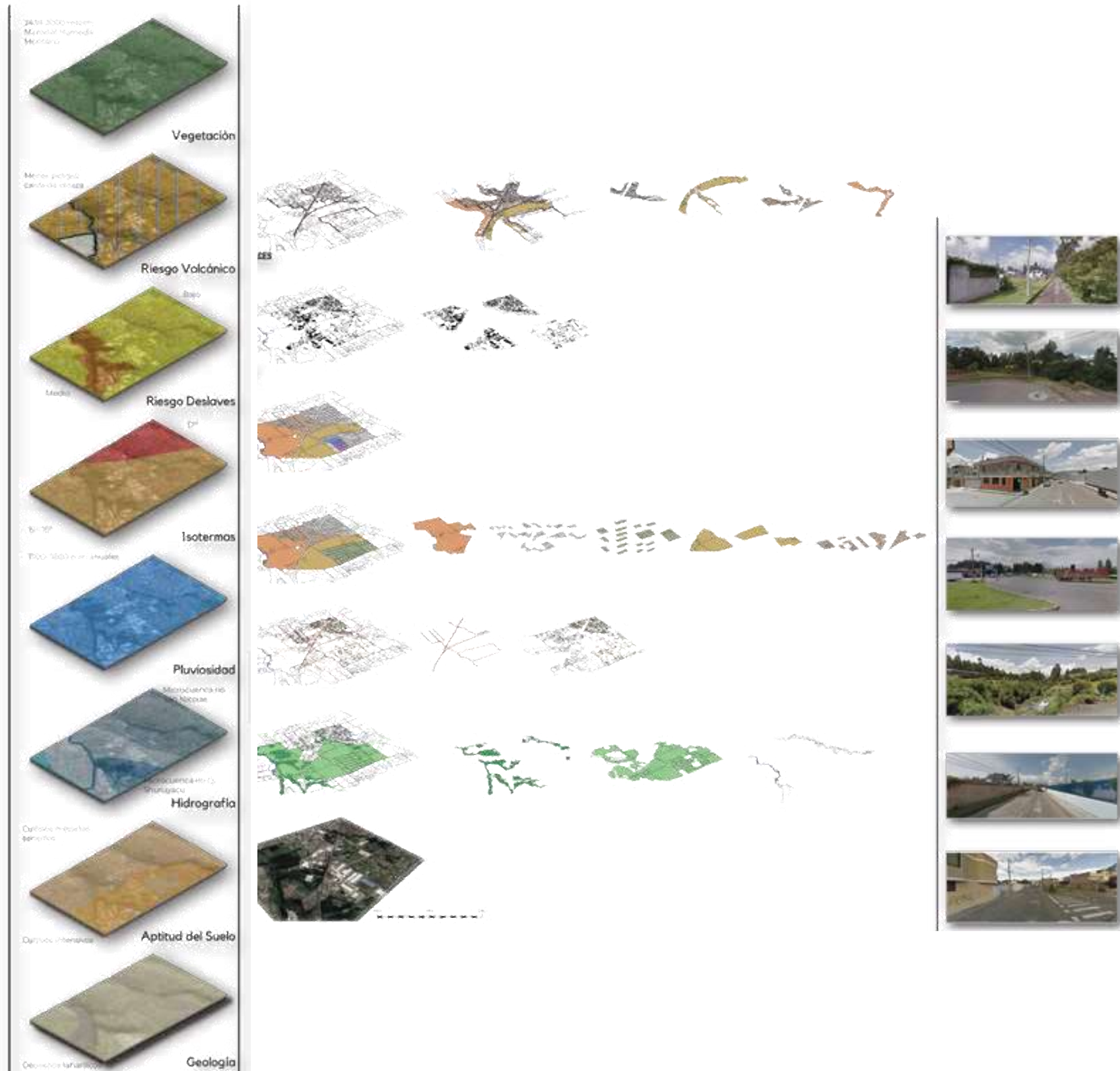
⁵ **Ciudad Fragmentada.** - Se refiere a la tendencia de segregación y separación que se ha venido replicado durante las últimas décadas las ciudades latinoamericanas, aspecto que ha generado cambios en su estructura y fisonomía. Ciudades que se caracterizan por la presencia de muros y cercas alrededor de los barrios y la presencia de barreras en calles, que en algunas ocasiones evocan a las ciudades medievales. (Borsdorf, 2003)

Esquemas de relación usos de suelo consumo eléctrico y antropización.



FUENTE: Elaboración propia, 2018.

Esquema de las capas que se analizaron



Rumiñahui, P. d. (2014). <http://www.ruminahui.gob.ec>. Recuperado el 9 de 11 de 2018, de <http://www.ruminahui.gob.ec>:

e. RED DE ACTORES EN EL SISTEMA

Los actores vinculados al desarrollo de vivienda de interés público (VIP) en el Cantón Rumiñahui, parten de un sistema principal de tres elementos:

- **Consumidores:** Población.
- **Empresas:** Constructoras, Inmobiliarias y Financistas.
- **Gobierno:** Nacional- Local, quien establecerá la normativa correspondiente al sector.

En el cuadro que se muestra a continuación se intenta definir tosa las relaciones que existen entre los actores que intervienen dentro de esta red. Las normativas son aspectos determinantes en la situación actual de la vivienda, pues dan pauta de los procedimientos y métodos a seguir para llevar a cabo la construcción de vivienda VIP. Cuyo cumplimiento será certificado con la aprobación de planos por parte de la dirección de planificación del Cantón Rumiñahui.

Red de Actores (Interrelaciones entre actores)

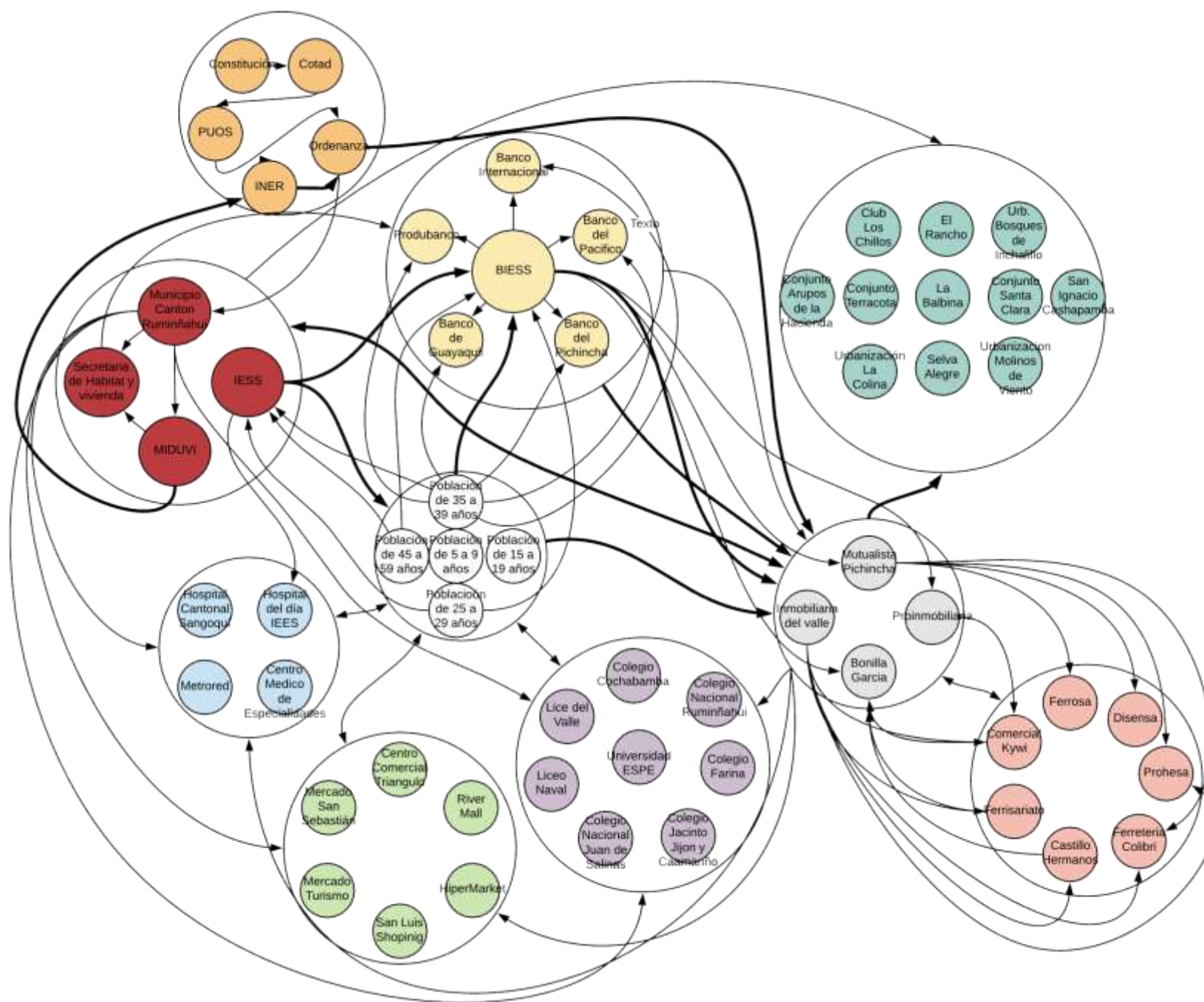


Ilustración 9 Fuente : Elaboración propia, 2018.

2. ENTORNO INMOBILIARIO

a. OFERTA INMOBILIARIA

La situación de la vivienda en el Cantón Rumiñahui muestra un continuo crecimiento, aunque a penas algo más de la mitad de la población cuenta con vivienda propia. El 34,4% de la población del sector accede a este derecho, el 8,8% de la población accedió a una vivienda de la cual es dueño actualmente, pero no pagó por ella, ha sido donada, regalada o ha hecho posesión de la misma, el 8,1 % de la población es dueña de su vivienda y está pagando por ella. Tomando en cuenta estas tres categorías se establece que solo el 51,3% de la población cuenta con vivienda propia (INEC, 2010).

Porcentaje de demanda de vivienda en el Cantón Rumiñahui

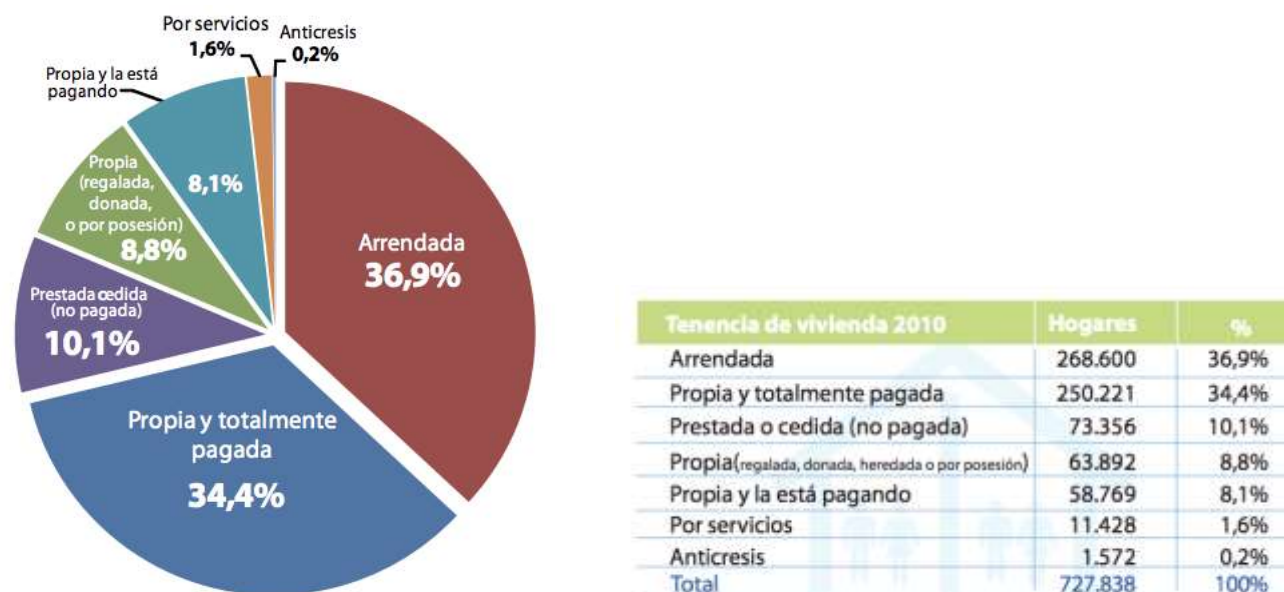


Ilustración 10 Fuente: (INEC, 2010)

Constructoras como Bonilla García, Pro inmobiliaria, Mutualista Pichincha, Inmobiliaria del Valle y la Empresa pública de Hábitat y Vivienda de Rumiñahui (EPHVR), gestionan proyectos de vivienda en el cantón, siendo parte importante de la oferta inmobiliaria. Se presentan propuestas enfocadas principalmente en sistemas tradicionales de construcción, estructuras de hormigón

armado, metálicas o mixtas, con mamposterías de bloque y en algunos casos de hormigón armado, como sistemas auto portantes. Esto se debe principalmente a la facilidad en el manejo de las técnicas constructivas contempladas en la Norma Ecuatoriana de la construcción y a la facilidad de acceso a los materiales, ofertados por los centros ferreteros en el cantón.

Imágenes de vivienda VIP ofertadas en el Cantón Rumiñahui



Ilustración 11 viviendas VIP ofertadas en el cantón Rumiñahui Fuente: Plusvalia

b. CONDICIONES DE ACCESO Y CONSTRUCCIÓN VIVIENDA INTERÉS PRIORITARIO

La definición de este tipo de vivienda de acuerdo al decreto ejecutivo 681 del Presidente de la República Lenin Moreno Garcés, firmado a 25 de febrero de 2019. Establece que:

La primera y única vivienda “destinada núcleos familiares de ingresos económicos medios, con acceso al sistema financiero y que, con el apoyo del estado les permite alcanzar la capacidad de pago requerida para satisfacer su necesidad de vivienda propia. El rango de

*valor de la vivienda de interés público va desde 177,66 **SBU**⁶ hasta 228,42 SBU. El valor incluye obras de urbanización del proyecto, así como el impuesto al valor agregado IVA...
...De acuerdo a la normativa vigente” (MIDUVI, 2019)*

Bajo esta definición por parte del estado, la vivienda está directamente relacionada a la posibilidad de acceso a crédito. La vivienda de interés público, es considerada aquella que tiene un costo mínimo de 71.064\$ y un máximo de 91.368\$ como proyección para el 2020, cuenta con un financiamiento que comprende entre los 20 y 25 años, pudiendo ser financiada por la banca privada o el BIESS, bajo el sistema de créditos hipotecarios (MIDUVI, 2019).

Las condiciones para entrar dentro del concepto de vivienda VIP sujeta a crédito son:

- **Vivienda nueva**, casas o departamentos unifamiliares cuya construcción se encuentre culminada, cuente con servicios básicos y en condiciones de ser habitados.
- **Costo del avalúo de hasta USD 91.368\$**, cuyo valor por metro cuadrado no exceda los USD 890 por m².
- **Primera vivienda**, la persona que va a adquirir la vivienda no debe poseer ningún otro bien inmueble, la condición de esta vivienda es que debe ser habitada por el comprador, esta no debe ser utilizada para fines comerciales.
- **El costo del terreno no podrá ser superior al 50% del valor total de la vivienda.** (MIDUVI, 2019).

⁶ **SBU**: Se define como el “*Salario básico unificado*”, 400\$ para el año 2020. (Ministerio de trabajo Ecuador, 2018)

Esquema que representa las características de la vivienda VIP



Fuente: Elaboración propia, basada en la información del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020.

Condiciones similares se aplican para la banca privada, quien es otro de los promotores de financiamiento de este tipo de proyectos, sin embargo, se encuentran ciertas similitudes y diferencias en los requisitos y características del crédito como:

- *“Financia hasta el 95% del valor de tu vivienda cuyo avalúo comercial no supere los USD. 91.368 de avalúo, realizado por las entidades financieras*
- *Solicitud de crédito completa.*
- *Copia de cédula de identidad y papeleta de votación.*
- *Declaración del Impuesto a la Renta de los tres últimos años o carta que indique que no tiene declaraciones”. (MIDUVI, 2019).*

El prototipo de vivienda de esta propuesta, está destinado a cumplir las características de una típica vivienda VIP, considerando que la población del cantón cuenta con un significativo grupo poblacional que se encuentra en un rango de edad entre los 35 a 39 años, para quienes están enfocados este tipo de proyectos inmobiliarios, además de existir una evidente migración de la ciudad de Quito al Valle de los Chillos en busca de vivienda propia.

c. NORMATIVA PARA STEEL FRAMING EN VIVIENDA

La normativa local, para la aplicación del **steel framing** como sistema constructivo, se encuentra contemplada en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), sin embargo, esta hace referencia principalmente a normas internacionales, debido al escaso desarrollo del país en cuanto a la utilización de este sistema. Se puede encontrar referencia de este en el capítulo dedicado a la vivienda, cuando se habla de sistemas de estructuras livianas.

Normas técnicas para la construcción de muros portantes livianos de acero (Steel Framing)

El diseño de estos muros, se caracteriza por ser un tipo de muros portantes basados en el sistema Steel Framing (Sistema de Estructuras Livianas, SEL), construido principalmente con perfiles de acero estructural galvanizados doblados en frío. **Estos muros deben diseñarse de acuerdo a los requisitos mínimos establecidos en la norma AISI S200-07 y sus estándares referenciales.**

Limites de aplicabilidad

Atributo	Limitacion
General	
Dimensión de la construcción	Ancho máximo de 12m Largo máximo de 18m
Número de niveles	2 niveles con una base
Velocidad del viento	Hasta 210 km/h
Tipo de exposición al viento*	Terreno abierto C A, suburbano o B, zonas boscosas
Carga de nieve	Máximo de 3,35KN/m ²
Categoría sísmica **	Tipo A, B y C, de normas americanas
Pisos	
Peso propio	Máximo de 0,5 KN/m ²
Sobrecarga de uso	
Primer piso (planta baja)	2 KN/m ²
Segundo piso	1,5 KN/m ²
Voladizos	60cm
Muros	
Peso propio de muros	0,5 KN/m ²
Altura máxima de muros	3m
Cubiertas	
Peso propio de techos	0,6 KN/m ² de cubierta y cielo 0,34 KN/m ² para recubrimientos de techo
Carga máxima de nieve	3,35 KN/m ² como máximo 0,8 KN/m ² como mínimo (USA)
Peso propio de cielo	0,25 KN/m ²
Pendiente de techo	25% a 100%
Alero frontal	Máximo de 30cm.
Aleros laterales	Máximo de 60cm.
Sobrecarga de entretecho accesible	1 KN/m ²
Sobrecarga de entretecho inaccesible	0,5 KN/m ²

Nota * Exposición al viento según norma ASCE 7 (46) según características del terreno

** Categoría sísmica según norma ASCE 7 - de acuerdo a riesgo sísmico de la zona y tipo de edificio. Estas clasificaciones pueden variar según normas locales

Fuente: (Dannemant, 2007)

Por otra parte, el manual de ingeniería de la ILAFA, (Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero) se encuentra redactado una normativa en referencia a la establecida por el AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE (AISI), empleando las especificaciones técnicas que constan en la normativa de Estados Unidos de Norteamérica.

Proceso de aplicación de normativa proyecto sistema liviano

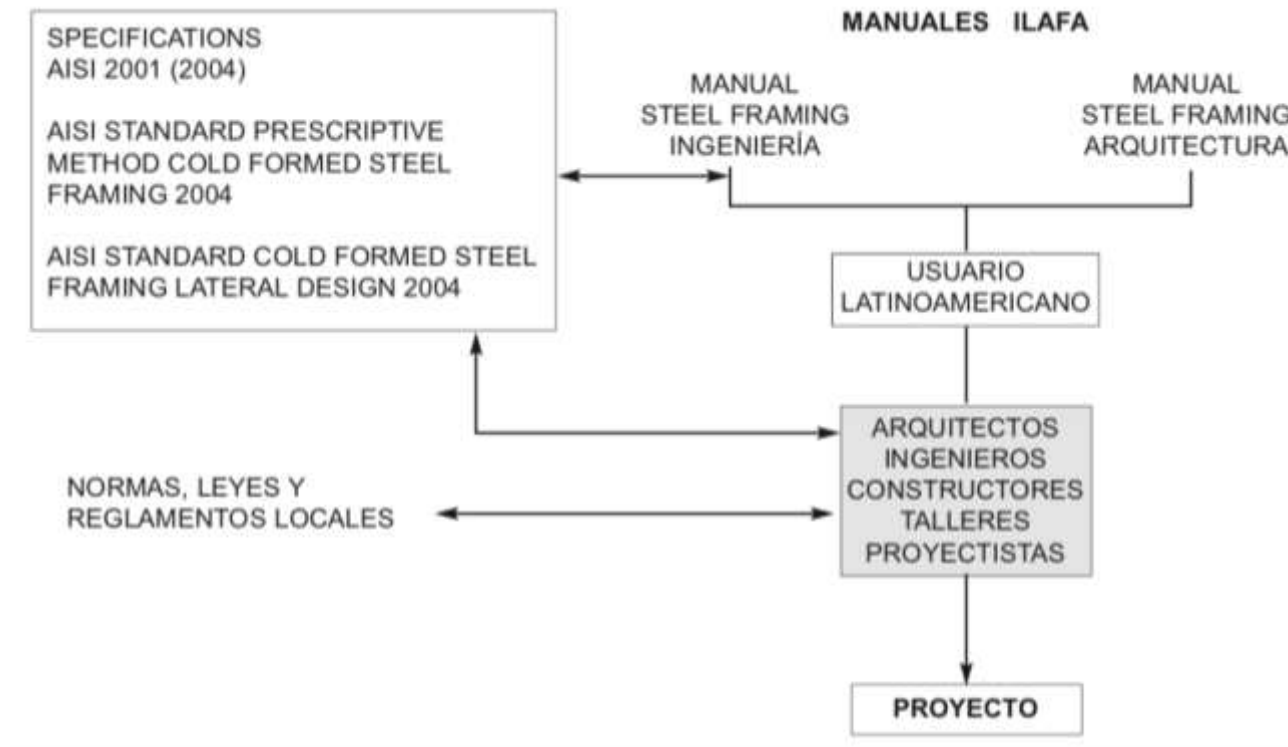


Ilustración 12 Fuente: (Dannemant, 2007)

Como una de las principales consideraciones de la normativa para el uso de Steel framing se puede establecer, que este es un sistema constructivo de acero liviano galvanizado, que emplea en escasas oportunidades el sistema de pórticos, mayormente emplea una distribución de cargas en un sistema de montantes y viguetas situados en un espaciamiento homogéneo de 0.40 o 0.60 m o medidas en sub múltiplos del 1,20 m o 1,22 m si se emplea como en el Ecuador, medidas inglesas. Si bien en los Estados Unidos la normativa permite construir edificaciones de hasta 5 pisos a nivel local se establece una limitación de 2 pisos.

d. EL CLIENTE

El cliente a quien se presenta la propuesta de prototipo de vivienda energéticamente eficiente es el BIESS y el autor como constructor independiente. Por otra parte, los bancos representan una importante influencia sobre los créditos, por lo que la posibilidad de construcción de los proyectos de vivienda que cuenten con los lineamientos para producir un consumo energético inferior a la media de consumo de esta tipología, se podrá colocar como condicionantes para acceder a estos créditos, debido a su nivel de influencia se podrá generar también que otras entidades financieras otorguen este tipo de préstamos, a fin de poder presentar un producto que pueda acceder al crédito por parte de sus clientes finales y se inicie la ejecución de proyectos de vivienda VIP EE.

El cambio en el diseño y planificación genera una exigencia a los proveedores de materiales en la actualización de su portafolio de productos, pues es indispensable para este tipo de proyectos que la demanda de materiales tenga una caracterización que sea aprovechable para fines de eficiencia.

Tener una propuesta de estas características se presenta como una opción para la población a la que está enfocada la vivienda VIP, quienes se verán favorecidos a corto y largo plazo por la reducción de consumo energético y principalmente por el ahorro que esto implica. Situación que motiva no solo a quienes buscan adquirir una vivienda de las características antes mencionadas, sino también a los promotores inmobiliarios, quienes son los encargados de otorgar los créditos.

Entender a un cliente que pueda generar una serie de sucesos favorables es primordial, para el desarrollo de un programa de vivienda energéticamente eficiente, respaldados por la normativa y la participación de entidades gubernamentales, son aspectos detonantes en este proceso de cambio en los sistemas constructivos, generando propuestas que reflejen un claro beneficio económico para el constructor y el usuario, volviéndolas atractivas e impulsando un cambio hacia la vivienda de interés público energéticamente eficiente.

3. ECONOMÍA CIRCULAR

Siendo la eficiencia energética uno de los principales pasos hacia la “**economía circular**”, busca como uno de sus principales objetivos evitar al máximo la emisión de residuos y una revalorización eficiente de los mismos. La economía circular esta descrita como un ciclo positivo de desarrollo, encargado de preservar e incrementar el capital natural optimizando los recursos. (CERDÁ, 2015)

a. PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

1. *“**Preservar e incrementar el capital natural**, eligiendo estratégicamente los recursos y técnicas que permitan fomentar la regeneración de suelo.*
2. ***Optimización de recursos** aprovechándolos siempre en su mayor nivel posible, esto implica contemplar la reutilización y el reciclaje, alargando la vida útil de los componentes, para llegar al reciclaje solo en caso de necesidad.*
3. ***Promover la efectividad** de los sistemas, en busca de eliminar las externalidades, tales como contaminación de agua aire tierra y ruido, etc.”.* (CERDÁ, 2015)

b. CARACTERÍSTICAS DE LA ECONOMIA CIRCULAR

Las características fundamentales de la economía circular que influyen directamente en los procesos de construcción son las siguientes:

- Reducción de insumos.
- Compartir la energía y los recursos renovables y reciclables.
- Reducir las emisiones de contaminación.
- Disminuir las pérdidas de materiales y de residuos.
- Favorecer el uso de materiales reciclables.
- Extender la vida útil de los productos.

- Mantener el valor de productos, componentes y materiales en la economía (CERDÁ, 2015).

c. CICLO DE VIDA DE LOS MATERIALES EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Contemplar cada una de las etapas del ciclo de vida de los materiales que intervienen en el proceso constructivo es parte del camino hacia una economía circular, que permita conseguir viviendas energéticamente eficientes en aspectos que concentren esfuerzos no solo dentro del funcionamiento de la edificación sino también en cuanto a la reducción de recursos.

Esquema que representa la influencia de la economía circular dentro de los procesos constructivos



Fuente: Elaboración propia, basada en el artículo de Emilio Cerdá, "Economía Circular", 2015.

Cuando se inicia el proceso de diseño, la elección de materiales se convierte en un aspecto fundamental, buscando que los materiales que se utilizan durante las etapas de construcción y en su proceso de fabricación reduzcan principalmente las emisiones de CO₂, y que adicionalmente reduzcan el consumo de agua; debido a sus dimensiones, características y trabajabilidad, deben ser materiales que busquen generar la menor cantidad de residuos. Con estas características, los materiales deben ser capaces de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero durante su transporte, por lo tanto, el uso de sistemas constructivos livianos y secos como el steel framing, surgen como una de las opciones que toma en cuenta todas las consideraciones antes mencionadas.

Aspectos como la disminución en el tiempo de ejecución de obra, reducen favorablemente el consumo energético y favorecen el ciclo de vida de los materiales, por lo que se vuelve indispensable también cuidar los rendimientos y velocidades de ejecución en obra al momento de construir.

Durante el funcionamiento de la edificación se debe procurar que el consumo energético sea el más reducido posible, en lo que se refiere a sistemas de iluminación, climatización, equipos eléctricos y calentamiento de agua. Finalmente, al concluir con el ciclo de vida de los materiales que intervienen dentro de todo este proceso, se debe contar con la posibilidad de adaptación de uso, reutilización de los materiales y reciclaje de los mismos.

4. RAZONAMIENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONDICIONES DE LA VIVIENDA

a. EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se entiende como eficiencia energética a la **reducción de consumo energético** sobre la media; logrando un consumo inteligente y responsable de la energía de una edificación, que permita a su vez manejar adecuadas condiciones de confort en el interior de esta.

El consumo energético se mide en kWh/m² año, y comprende la energía necesaria para mantener el confort de la vivienda a lo largo de un año; en países donde se aplica una escala de consumo esta presenta categorías desde la A hasta la G, considerando a la categoría A con un consumo de 30,3 kWh/m²año, mientras que la categoría G 287,5 kWh/m²año.

Uno de los factores más importantes dentro de lo que contempla un diseño energéticamente eficiente, es el aislamiento térmico del edificio, pues este determina el consumo energético en cuanto a climatización, ya que es una de las variables contempladas en aspectos de pérdida de energía es la que se refiere a los consumos producidos por los sistemas climatizadores (ambientales, 2020).

b. REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO EN LOS PROCESOS DE CONSTRUCCION

Considerar el ciclo de vida de una edificación, partiendo del diseño, es fundamental para permitir la **reducción de desperdicios** en los procesos de construcción. Así como en el gráfico que se muestra a continuación, se debe tomar en cuenta el diseño, transporte de los materiales, proceso y tiempo de construcción, funcionamiento de la edificación, así como también el fin de la vida útil

de la obra, contemplando procesos como: **demolición, re-manufactura, reciclaje de los materiales y componentes.**

Proceso de optimización del ciclo de vida en el proceso de construcción

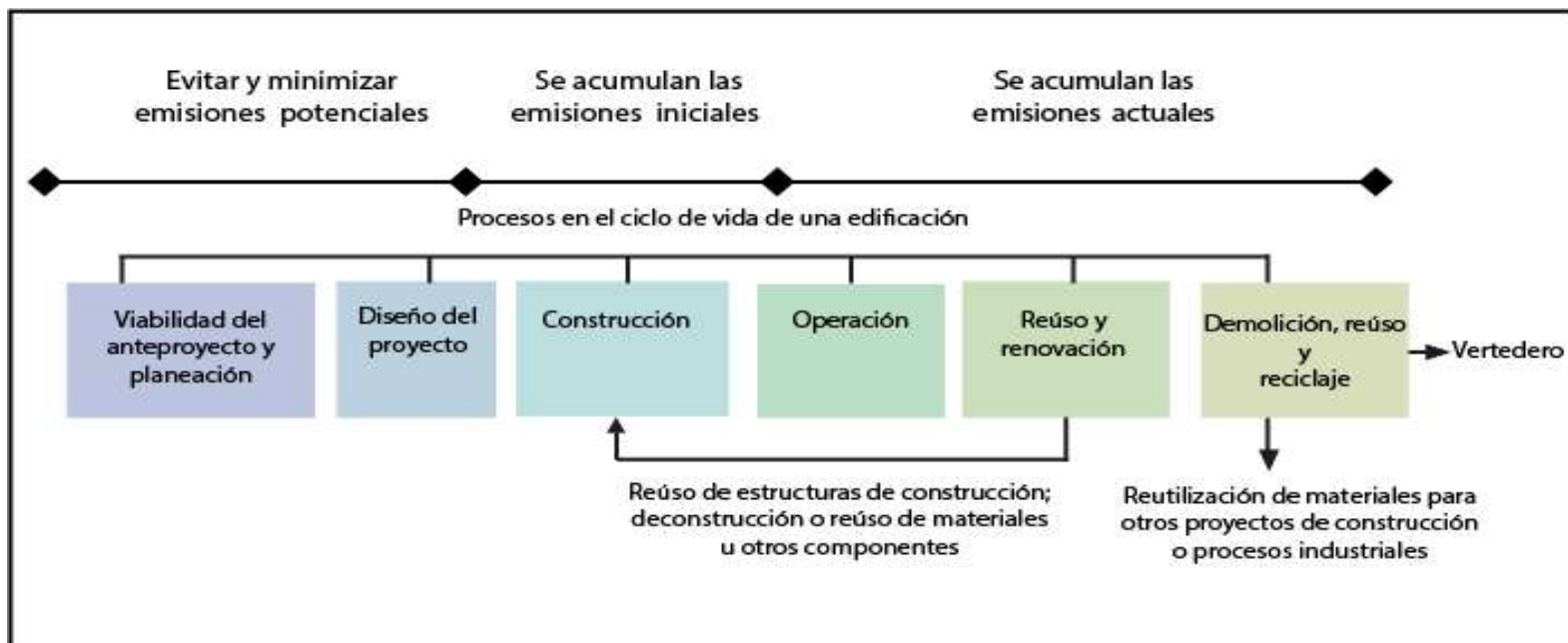


Ilustración 13 Proceso de optimización ciclo de vida Fuente: Martínez, Alejandra. OIKOS (Universidad Nacional Autónoma de México), septiembre 2017

Tomar en cuenta la reducción de consumo energético en la construcción, como también en los procesos de operación de la edificación es fundamental, al momento de reducir las ganancias o pérdidas térmicas de los envolventes. Por otra parte, la reducción en el consumo de recursos no renovables como el agua potable durante la construcción, debe procurar la optimización, volviéndose primordial durante todo el ciclo de vida de la edificación, a la par de contemplar la importancia de las resistencias térmicas en las envolventes que permitan obtener un mejor aislamiento que reduzca el consumo energético por aspectos de climatización.

Ciclo de vida de la edificación

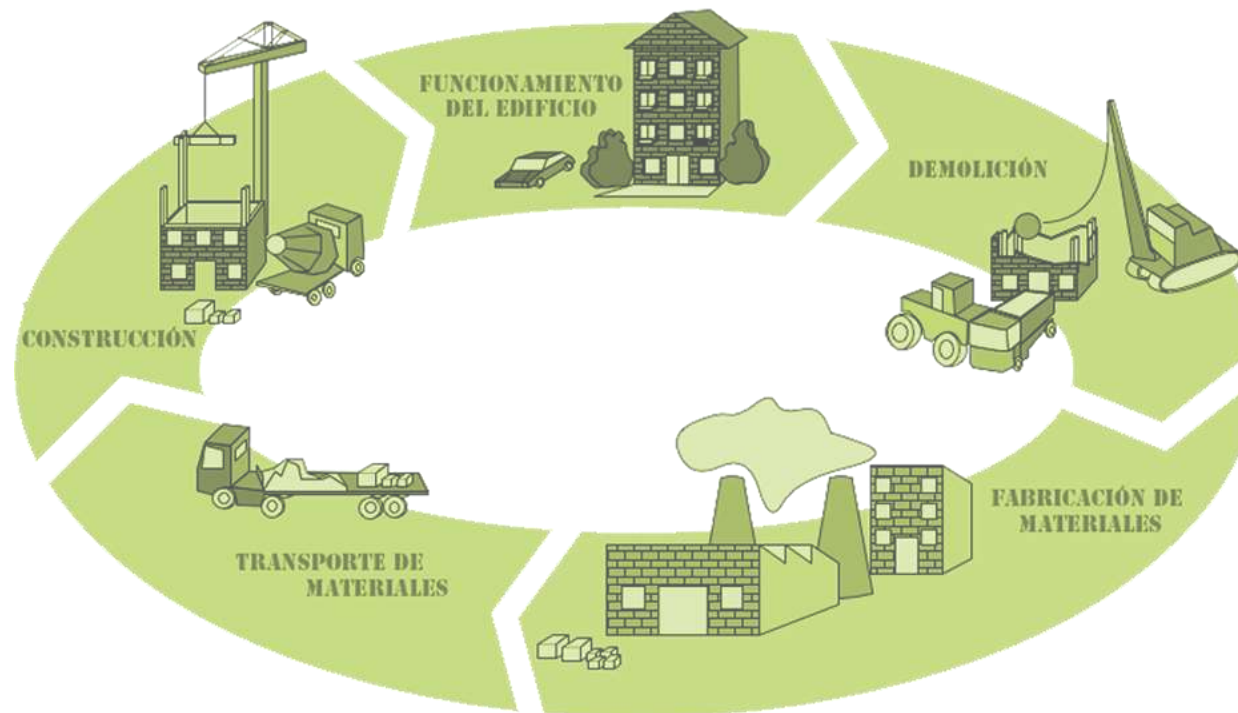


Ilustración 14 Fuente: Martínez 2017

Según Paola Méndez consultora del BID (Banco Interamericano de Desarrollo) en eficiencia energética y electrificación rural, el sector residencial destina un 17% de la energía final en América latina, la cual se destina para iluminación, adecuación climática y humedad. Situación que según los estudios de la agencia de regulación y control de la electricidad, se ve reflejada en el país; el cuadro de demanda eléctrica muestra que la facturación correspondiente a vivienda es superior al sector comercial e industrial como se puede ver en la siguiente imagen.

Demanda mensual de energía eléctrica a nivel nacional por grupo de consumo (Gwh)

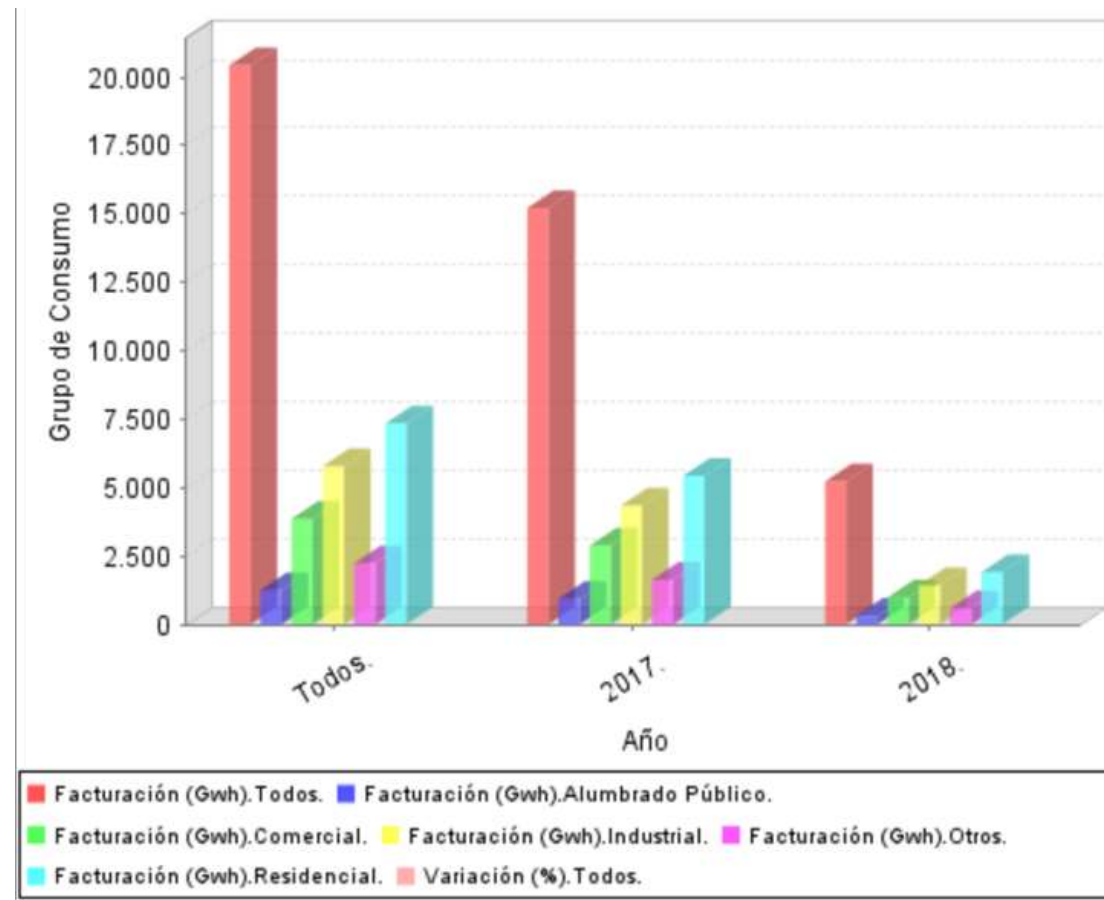


Ilustración 15 Demanda mensual de energía eléctrica Fuente: ARCONEL 2018

En el siguiente gráfico se observa que las provincias que muestran un mayor consumo per cápita son provincias que debido a su clima requieren un mayor consumo energético para la adecuación climática.

Consumo Per Cápita (kWh/hab)

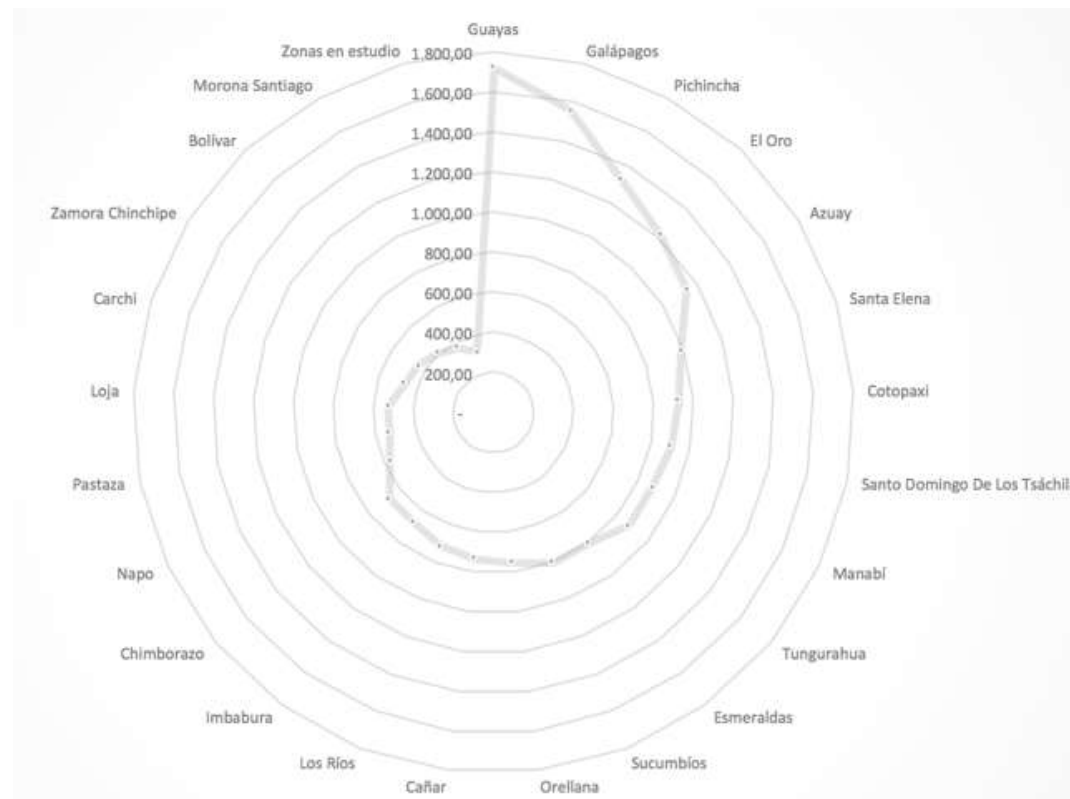
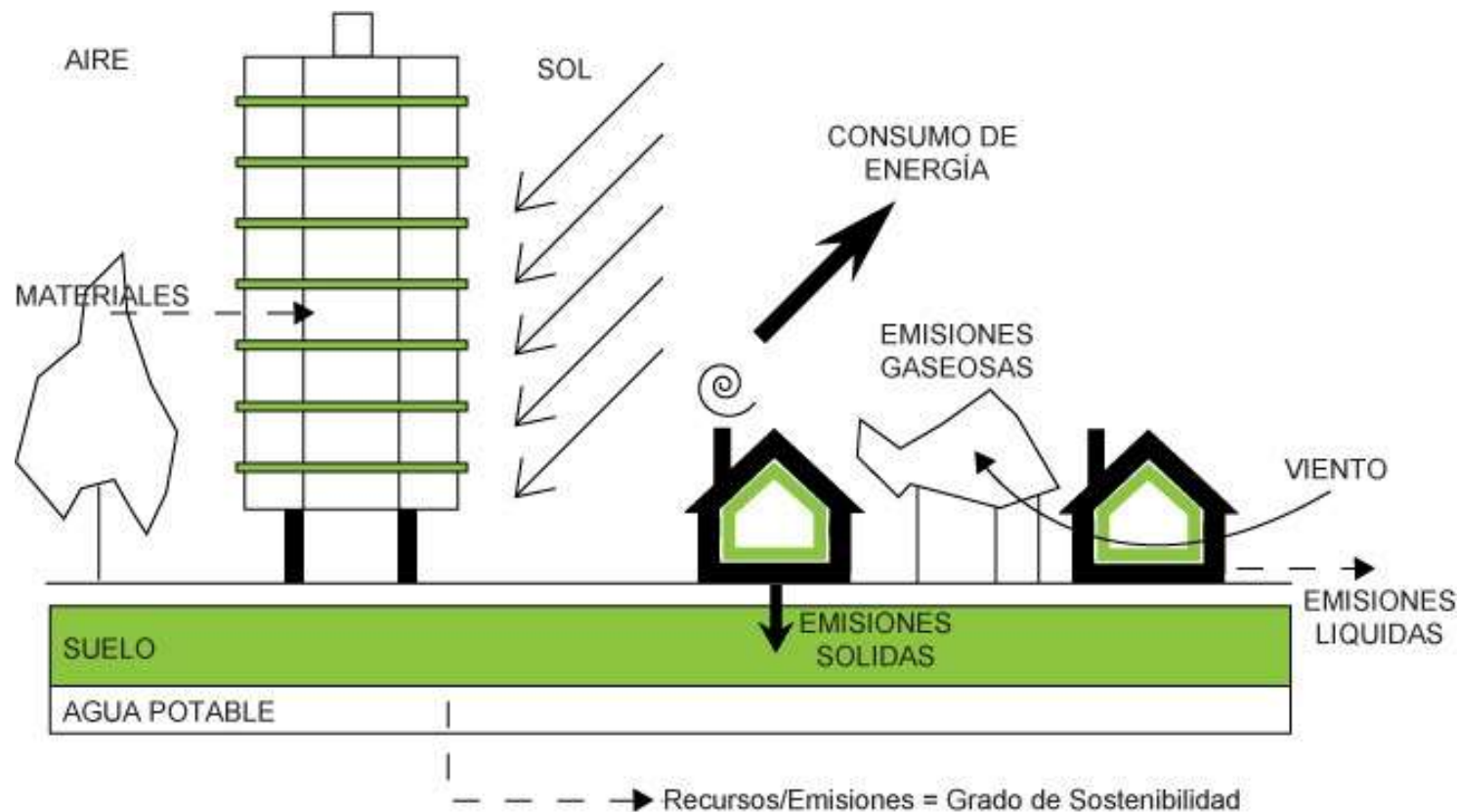


Ilustración 16 Consumo eléctrico per cápita Ecuador. Fuente: ARCONEL 2018

c. CONDICIONES TÉRMICAS DE LA VIVIENDA

Una adecuada calidad ambiental y condiciones de habitabilidad internas de la vivienda provienen de un adecuado diseño formal y de un correcto uso de la técnicas y tecnologías en la construcción de la vivienda. El manejo de estos recursos, genera un incremento en el consumo energético, elevando costos para los usuarios y generando un mayor deterioro en la edificación. (vivienda, 2020)

Esquema de las estrategias de sistemas de diseño pasivos en la vivienda



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

El adecuado acondicionamiento **higrotérmico**⁷ es fundamental para lograr el confort térmico dentro de una edificación, vinculado directamente a la salud del usuario. Es inevitable contar con un flujo calórico en el interior de una edificación, sin embargo, este puede reducirse con un correcto alistamiento térmico o manejando la inercia térmica de los envolventes; los flujos se darán entre elementos de mayor y menor temperatura en busca del equilibrio térmico, situación que se evidencia a lo largo de las distintas horas del día, donde existen cambios de temperatura ambiental.

⁷ **Higrotérmico.** - El término **confort higrotérmico** o comodidad higrotérmica, consiste en la ausencia de malestar térmico, es decir, "que en una actividad sedentaria y con ropa ligera, no tienen que activarse los mecanismos de termorregulación del cuerpo, como el metabolismo, la sudoración y otros". (guiaspracticas.com, 2020)

Se establecen tres categorías que tendrán injerencia en los cambios térmicos de la vivienda, **convección, radiación y conducción.** (vivienda, 2020)

Convección

Se define como la diferencia de temperaturas entre la envolvente y el aire exterior, que genera un flujo de temperatura hacia el exterior, donde el aire frío genera un movimiento descendente dentro de la edificación.

Radiación

Concepto presente en todo cuerpo cuya temperatura supera los 0°, que emite ondas electromagnéticas las cuales son dependientes de la temperatura del cuerpo, para el caso de la edificación, este término está directamente relacionado con la radiación solar, es decir, se refiere a las superficies de las envolventes y a su capacidad de absorber o reflejar esta radiación, que influyen en los sistemas de acondicionamiento climático en el interior de la vivienda.

Conducción

La conducción es un aspecto que toma especial consideración al espesor de un material y a la temperatura en un plano paralelo a este, el flujo proporcional a la diferencia de temperaturas se denomina conductividad térmica de un material, y será inversamente proporcional al espesor de los materiales.

En consideración con el desempeño térmico de una edificación, se debe evitar la existencia de **puentes térmicos**⁸, los cuales pueden ocasionarse por geometría, donde el incremento de la superficie expuesta al exterior genera mayor pérdida de temperatura, existiendo también los constructivos, que se producen por la inserción de un material de una resistencia térmica inferior, estos generalmente se encuentran en la inserción de elementos estructurales. (vivienda, 2020)

⁸ **Puentes térmicos:** Puntos donde la transmitancia térmica se verá incrementada

Los puentes térmicos generan con frecuencia la condensación de la humedad del ambiente, generando que el vapor de agua ocasione efectos patológicos en las edificaciones, como **eflorescencias**⁹ y el crecimiento de elementos bióticos como hongos y bacterias que tendrán afectaciones directas sobre la salud de los habitantes de la edificación.

d. STEEL FRAMING COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

El Steel Framing se presenta como una alternativa para construcción eficiente, sismo resistente, trabajar con un sistema liviano de estas características, permite un adecuado comportamiento de la edificación frente a un sismo; cabe mencionar que no es conveniente agregar masas como contra pisos de hormigón, siempre y cuando sean ejecutadas con el debido calculo estructural.

Para el caso del prototipo de vivienda, este se realiza con un entrepiso ligero de fibrocemento asegurando la ligereza de la edificación, se utilizó un sistema constructivo en seco, caracterizado por el uso de paredes tipo sánduche, empleando materiales livianos que permiten una reducción del peso de la edificación, así como también ahorro en tiempo de ejecución y cimentaciones. El peso de la mampostería portante es de (35 a 50 Kg. /m²), como se observa en el siguiente cuadro:

⁹ **Eflorescencias.** - “son cristales de sales de color blanco que se depositan en superficies (ladrillos, cerámica, hormigón etc.) que han tenido humedad. Este fenómeno se puede producir cuando los materiales de los muros, revestimientos o pavimentos son porosos y contienen sales solubles. También pueden aparecer en superficies que sufren infiltraciones de agua o humedad por capilaridad, o con problemas de condensación”. (consumer.es, 2014)

Peso de mampostería estructural en Steel framing con fibrocemento

Componente	Peso referencial
Perfilería:	7,6 – 8 Kg./M2
Placa 8 mm:	11,94 Kg./M2
Placa 10mm:	14,93 Kg./M2
Recubrimiento masillas:	4 Kg./m2

Fuente: Elaboración propia, basada en pre cálculos estructurales de Steel framing, 2020

Comparado con un peso de paredes de mampostería tradicional de 200 a 250 kg/m2 (Vargaz, 2014), la comparación se muestra en la tabla presentada a continuación:

Peso de mampostería en hormigón hueco

Bloque hormigón hueco	Peso unitario
15 cm sin estuco	200-250 kg/m2
15 cm con estuco	230-310 kg/m2
20 cm sin estuco	225-250 kg/m2

Fuente: Elaboración propia, basada en el texto determinación de la carga permanente debida al peso de mampostería de bloque en edificaciones de vivienda. Quito, Ecuador.

Esta diferencia significativa, permite generar un ahorro de recursos, pues las cimentaciones de la vivienda son sencillas, es decir, las cargas propias de la edificación deben ser transmitidas al subsuelo y son cuatro veces inferiores en un sistema liviano en comparación a un sistema constructivo tradicional.



Steel Framing



Ligero



Rápido



Sismo resistente



Costo beneficio

De la misma manera considerando la capacidad de carga de los vehículos de entre 10 y 16 toneladas (una **mula**¹⁰), el sistema tiene la posibilidad de cargar un peso equivalente de 69,5 metros cuadrados de construcción, en mampostería de 15 cm de espesor estucada, mientras que en un sistema constructivo liviano en seco el mismo vehículo estaría en la posibilidad de transportar 410 metros cuadrados de mampostería, estas diferencias representan al menos de 4 a 5 veces viajes menos de transporte, lo que implica una reducción de emisiones de carbono, propias de la combustión de los vehículos.

El sistema, reduce el tiempo de ejecución en obra, pues cuenta con rendimientos de tabiquería de 20 m² diarios, con una cuadrilla de 2 trabajadores, esta referencia se toma de la experiencia de la constructora Urbicasa, quien ejecuta viviendas VIP de sistema liviano al norte de la ciudad de Quito. Estos rendimientos permiten la ejecución de una vivienda de 80 m² en un plazo de un mes, donde las viviendas están listas para la entrega a sus clientes finales.

Comparando las ventajas que presenta el sistema constructivo liviano en seco steel framing con sistemas como la **obra húmeda o tradicional**¹¹, se determina que es un aporte importante a la vivienda energéticamente eficiente. Desde su planificación, modulación y optimización de materiales, ya que permite la reducción de desperdicios en obra. Un ejemplo claro de la reducción de desperdicios es la que se presenta generalmente al momento de realizar las zanjas para la instalación de tuberías y cableados en los sistemas tradicionales, que en sistemas constructivos livianos no se requieren.

¹⁰ **Mula:** Se define como el vehículo de carga que tiene una capacidad de 16 toneladas, comúnmente utilizada para el transporte de carga pesada. (alainet.org, 2014)

¹¹ **Obra húmeda o tradicional.** - Es un tipo de construcción cuya estructura es comúnmente aporticada, de hormigón armado con mampostería de bloque alivianado.

Imágenes comparativas de instalación de tuberías en un sistema constructivo húmedo vs un sistema liviano en seco (Steel framing)



Ilustración 17 Comparación de instalación de tuberías en un sistema constructivo húmedo vs un sistema liviano en seco Fuente: (*Eternit Ecuatoriana S.A., 2018*)

No solo se reducen desperdicios durante la ejecución de obra, otra reducción significativa es la de consumo de agua, considerando un consumo de apenas 0,69 litros por metro cuadrado de mampostería, calculo proveniente de los revestimientos de masillas y juntas para sistema liviano.

Este cálculo se realiza en base a los rendimientos de masillas y requerimientos de agua para la mezcla respectiva; las masillas de juntas empleadas en el sistema de recubrimiento con fibrocemento son: la DR510 cuyo rendimiento es de 90 metros lineales que requiere 7 litros de agua por saco de 22 kg, donde el recubrimiento de superficies se lo realiza con el mortero de base cementicia DR560, cuyo rendimiento es de 35 m² (a dos manos), con un requerimiento de 9 litros de agua por cada saco de 25 kg. En el cálculo de rendimientos se contempla 1,26 metros lineales de junta por metro cuadrado de superficie a una cara, sin embargo, para la única aplicación que se requiere agua es para la cimentación al igual que para los sistemas constructivos tradicionales.

En el siguiente cuadro se puede ver un resumen de las ventajas que presenta el sistema constructivo en seco vs la obra húmeda o tradicional.

Ventajas que presenta el sistema constructivo en seco vs la obra húmeda o tradicional

	Steel Framing	Obra húmeda (mampostería)
1. Tiempos de Ejecución		
2. Aislamiento térmico con mayor superficie útil		
3. Confort acústico		
4. Resistencia estructural		
5. Limpieza de Obra		
6. Menores riesgos de accidentes		
7. Rapidez, facilidad y limpieza en remodelaciones		
8. Resistencia al fuego.		
9. Adecuado comportamiento ante sismos.		
10. Durabilidad.		
11. Mantenimiento y prevención de patologías.		
12. Consumo de agua durante el proceso constructivo.		
13. Posibilidad de construir en altura.		

Ilustración 18 Comparativo steel framing vs construcción tradicional. Fuente: (INCOSE, 2020)

Un factor primordial en la selección de del sistema constructivo liviano en seco, es la resistencia térmica que se puede obtener de un envolvente. Con una tabiquería constituida de placas de fibrocemento y aislada por lana de fibra de vidrio o lana de roca, el comparativo elaborado muestra que la pared de sistema liviano de 12cm de espesor tiene una resistencia térmica 5 veces mayor a una tabiquería de bloque de alivianado del mismo espesor

Comparativo de resistencias térmicas de tabiquería liviana vs sistema tradicional

Tabiquería	$RT(m2K/W) = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$	Resistencia m ² .K/W	Transmitancia W/m ² K
Bloque de 12 cm	(0,12/0,46)	0,2609	3,83
Bloque de 15 cm	(0,15/0,46)	0,3261	3,07
Bloque de 20 cm	(0,20/0,46)	0,4348	2,30
Eterboard+lana 12cm	(0,008/0,346)+(0,01/0,346)+(0,08/0,056)	1,4806	0,68
Eterboard+lana 15cm	(0,008/0,346)+(0,01/0,346)+(0,15/0,056)	2,7306	0,37
Eterboard + aire 12 cm	(0,008/0,346)+(0,01/0,346)+(0,11/0,024)	4,6354	0,22
Eterboard + poliestileno	(0,008/0,346)+(0,01/0,346)+(0,1/0,025)	4,0520	0,25

Fuente: Elaboración (Canarias, Colegio oficial de Arquitectos de Canarias 2015).

(Eternit, Ficha técnica Eterboard)

Todas estas implicaciones están directamente relacionadas a los principios de la economía circular, buscando reducir externalidades negativas como: el alto consumo energético en climatización y consumo de agua, permitiendo emplear materiales completamente reutilizables y reciclables como el fibrocemento y el acero.

En caso de emplear fibrocemento para los revestimientos se puede encontrar que al trabajarse con placas en la base, se obtiene una modulación que reduce la cantidad de desperdicios y estos pueden entrar a procesos de fabricación de fibrocemento, pasando por molinos y luego ingresar como Scratch a la nueva masa para la elaboración de nuevas placas, por las características y durabilidad del acero, este puede ser fácilmente reutilizado y reciclado.

El Steel Framing enmarcado en los 3 principios de la economía circular

1. Preservar el capital natural

- a. Reduce el consumo de agua.
- b. Permite reducir el consumo energético durante los procesos de climatización de la vivienda.
- c. Reduce emisiones de carbono y de gases de efecto invernadero durante el transporte de materiales.

2. Optimiza rendimiento de los recursos

- a. La modulación permite emplear cantidades precisas de material.
- b. Reduce tiempos de ejecución de obra a la tercera parte.

3. Promueve un sistema efectivo

- a. Construcción duradera segura y sismo resistente.
- b. Emplea un mínimo de elementos.
- c. Facilita reparaciones.

Comparativo de costos m2 de construcción sistema liviano vs sistema tradicional

MAMPOSTERÍA TRADICIONAL *				MAMPOSTERÍA LIVIANA **			
	\$ / M2.				\$ / M2.		
	MATERIALES	\$ / M2. MO	TOTAL \$		MATERIALES	\$ / M2. MO	TOTAL \$
12 BLOQUES DE 60X20	\$2,40	\$4,20		ESTRUCTURA STEEL FRAMING 5,5KG PARA 1M2 DE PARED	\$7,70	\$1,40	\$9,10
MORTERO	\$0,88		\$7,48	REVESTIMIENTO DE YESO INTERIOR	\$2,64	\$3,00	\$5,64
ENLUCIDO POR 2 CARAS	\$4,38	\$6,00	\$20,76	REVESTIMIENTO DE FIBROCEMENTO EXTERIOR	\$6,56	\$3,00	\$9,56
ESTUCO POR LAS DOS CARAS	\$2,89	\$1,00	\$7,78	LANA DE VIDRIO	\$1,76	\$1,00	\$2,76
PINTURA POR LAS DOS CARAS	\$0,88	\$1,86	\$5,48	EMPASTE POR LAS DOS CARAS	\$2,89	\$1,00	\$7,78
ENLUCIDO DE FAJAS	\$3,40	\$2,30	\$11,40	PINTURA POR LAS DOS CARAS	\$0,88	\$1,86	\$5,48
TOTAL		\$52,90		TOTAL		\$40,32	

* Equipo de mano de obra: un albañil y un oficial, un pintor. UNA CASA DE 190M2 SE PUEDE EJECUTAR EN 6 MESES CON UNA CUADRILLA DE 6 PERSONAS MÍNIMO.
 ** Equipo de mano de obra: Un estructurero, un ayudante y pintor. UNA CASA DE 190M2 SE PUEDE EJECUTAR EN 15 DÍAS CON UNA CUADRILLA DE 4 PERSONAS.

Fuentes: (Kubiframe, Kubiec , Jaramillo A. 2015).

CAPITULO III

1. PLANTEAMIENTO DE PROYECTO

a. SELECCIÓN DE TERRENO

El terreno se ubica en el cantón Rumiñahui, en el **sector de la Carriona**, entre las avenidas, General Enríquez y General Rumiñahui, a dos kilómetros del centro histórico de Sangolquí; cuenta con un área de 133.032 metros cuadrados, ubicándose entre los mites urbanos y rurales del cantón. Previendo la posible de expansión de proyectos urbanísticos de la zona, el sector se caracteriza por tener una topografía plana, con un tipo de suelo coluvial en toda la zona.

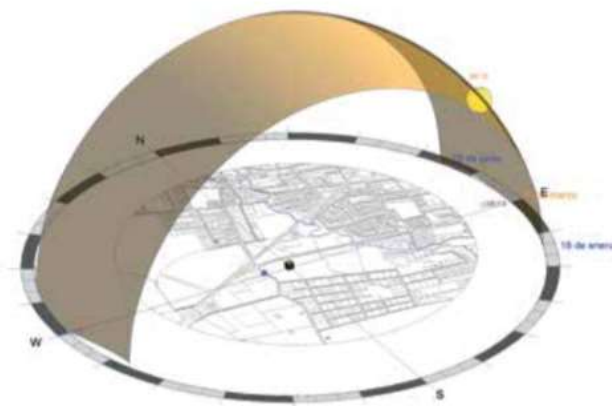
Esquema de ubicación del terreno





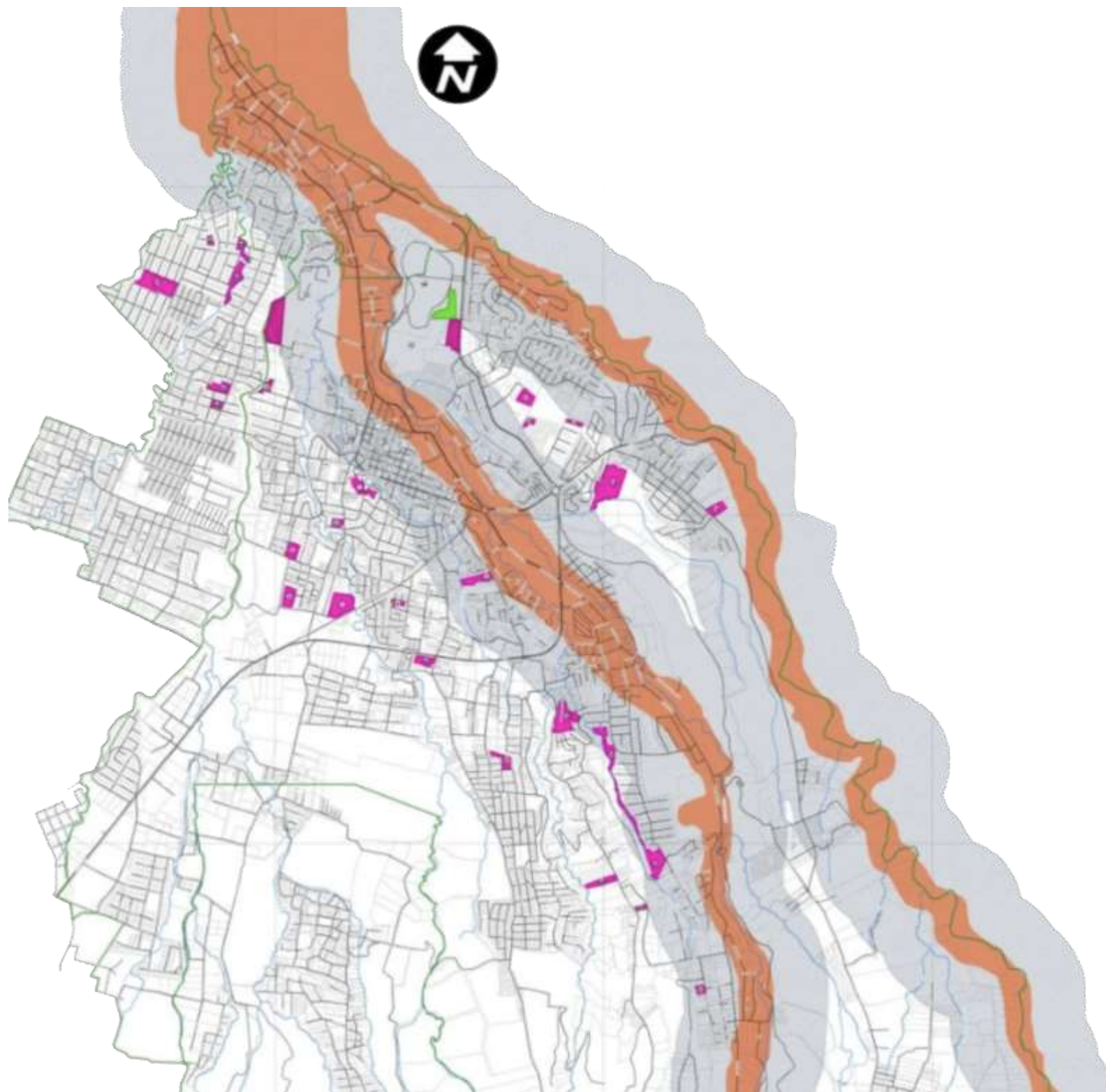
FUENTE: Elaboración propia, 2020.

Esquema de topografía de terreno y soleamiento



FUENTE: Elaboración propia, 2020.

Esquema de riesgo volcánico del sector



FUENTE: Elaboración en base al mapa de riesgos cantón Rumiñahui

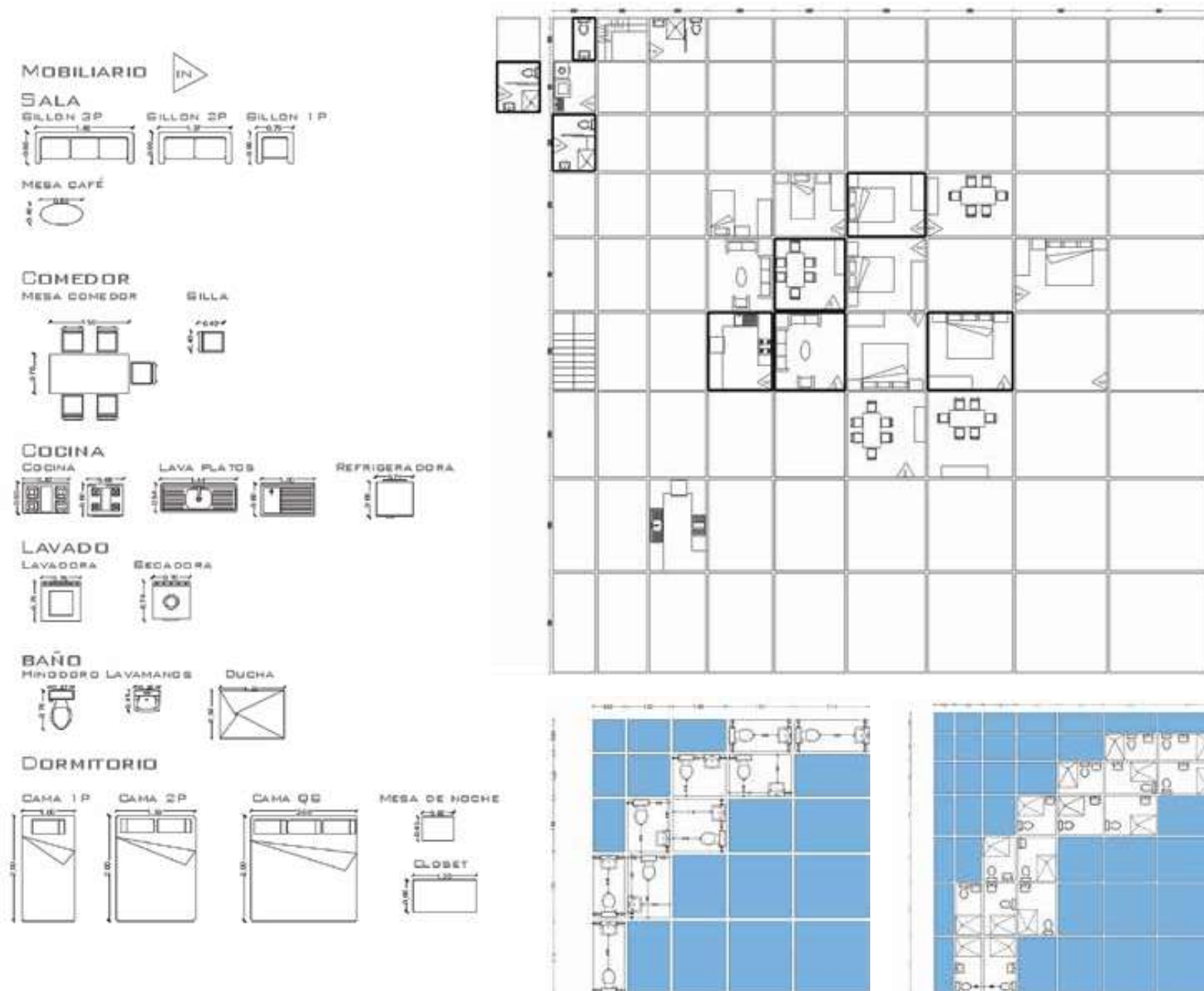
En base a la prospección de crecimiento urbano del cantón Rumiñahui y dejando de lado la zona de peligro volcánico se selecciona el sector de la hacienda la carriona como un lugar adecuado para el emplazamiento del prototipo. A pesar de que este podrá ser ubicado en distintos emplazamientos, considerando el ángulo de incidencia solar a fin de poder conseguir un soleamiento adecuado para la vivienda.

b. ESTRATEGIAS ARQUITECTÓNICAS

Basado en el **método de Habraken**¹², partiendo del dimensionamiento mínimo del mobiliario empleado en una vivienda típica y en base a la normativa, se analizan las diferentes posibilidades de distribución de espacios, para cada una de las funciones requeridas en la vivienda; partiendo de matrices determinadas por módulos de 61 cm y el incremento de medio modulo en medio modulo, con la finalidad de tener un aumento progresivo en la dimensión de los espacios, los cuales son ingresados dentro de una matriz que permite determinar las posibles distribuciones espaciales en la vivienda. A partir de estos criterios se determina el espaciamiento idóneo del sistema de soportes, que permitirán un adecuado desenvolvimiento de las funciones propias de la vivienda, además de permitir la variación necesaria para el crecimiento familiar adecuando espacios internos.

¹² **Método de Habraken.** - Es un método que consiste en “adoptar un sistema de **"soportes"** y **"unidades separables"**. Un soporte se refiere a un producto arquitectónico dotado de una calidad espacial definida y construido en un lugar específico. Las unidades separables se definen como componentes físicos no estructurales, que el individuo elige según sus gustos y necesidades; una vez agrupadas, se le añaden al soporte, generando una vivienda que refleja la vida y la personalidad del usuario”. (dialnet.unirioja.es, 2020)

Esquema de estrategias arquitectónicas, basadas en el método de Habraken

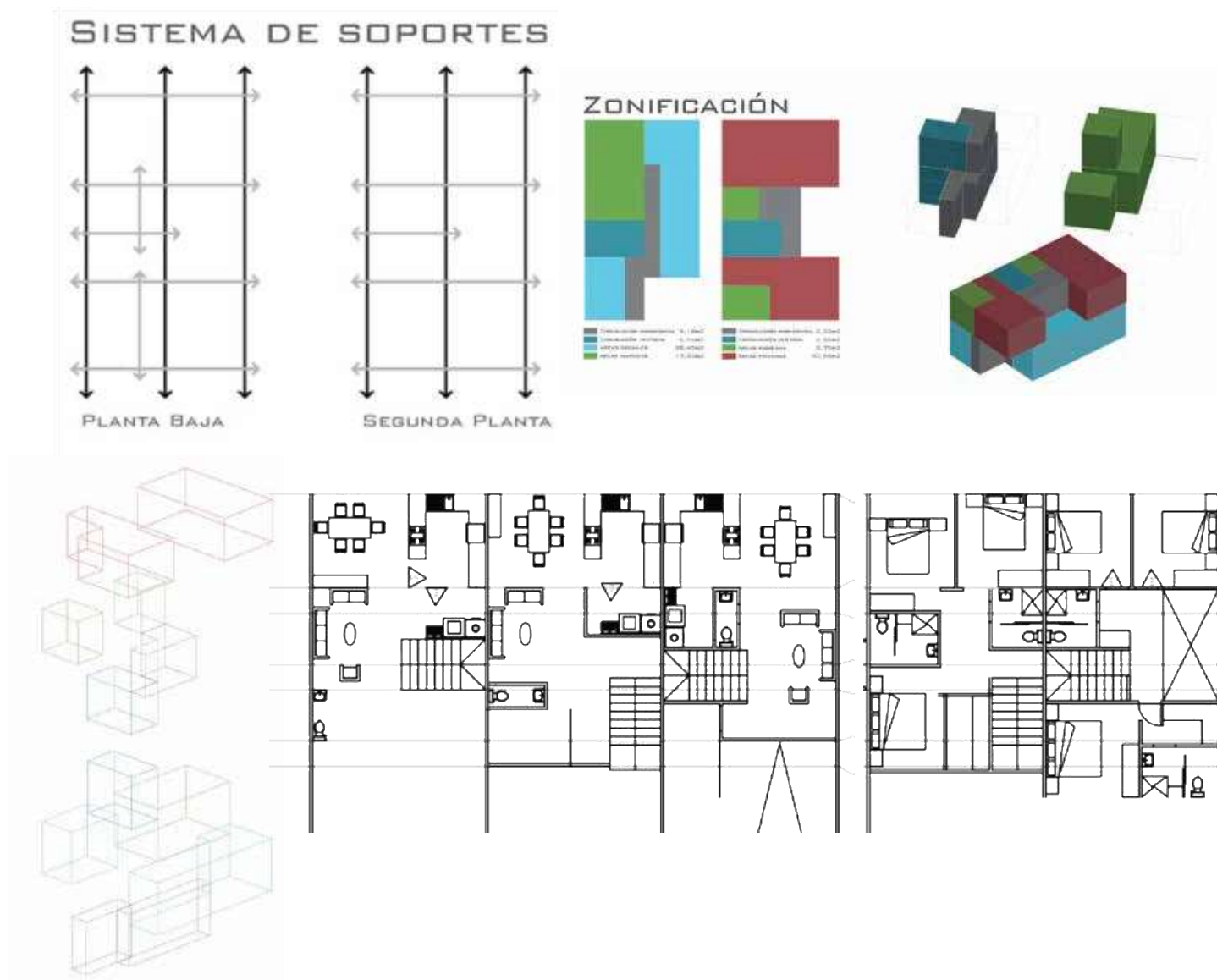


FUENTE: Elaboración propia, 2019.

c. PRINCIPIOS DE DISEÑO

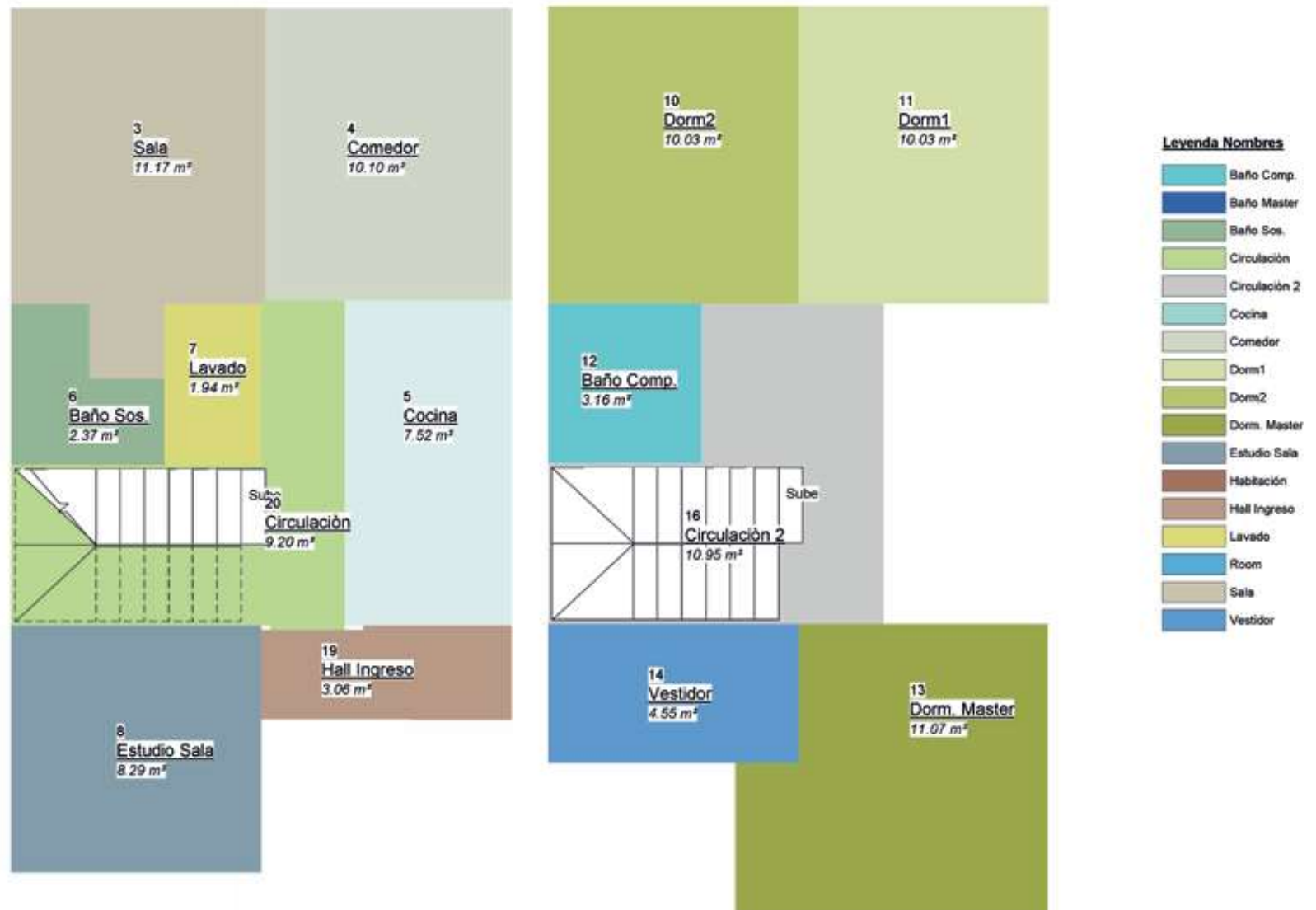
El diseño del prototipo parte en base a los soportes determinados por la trama de diseño y optimización como aplicación del método de Habraken, comprendiendo los soportes que actuaran como estructura, se zonifican los espacios de la vivienda

Esquema de los principios de diseño considerados para el desarrollo de la vivienda prototipo VIP



FUENTE: Elaboración propia, 2019.

d. ZONIFICACIÓN



Prototipo Vivienda VIP EF

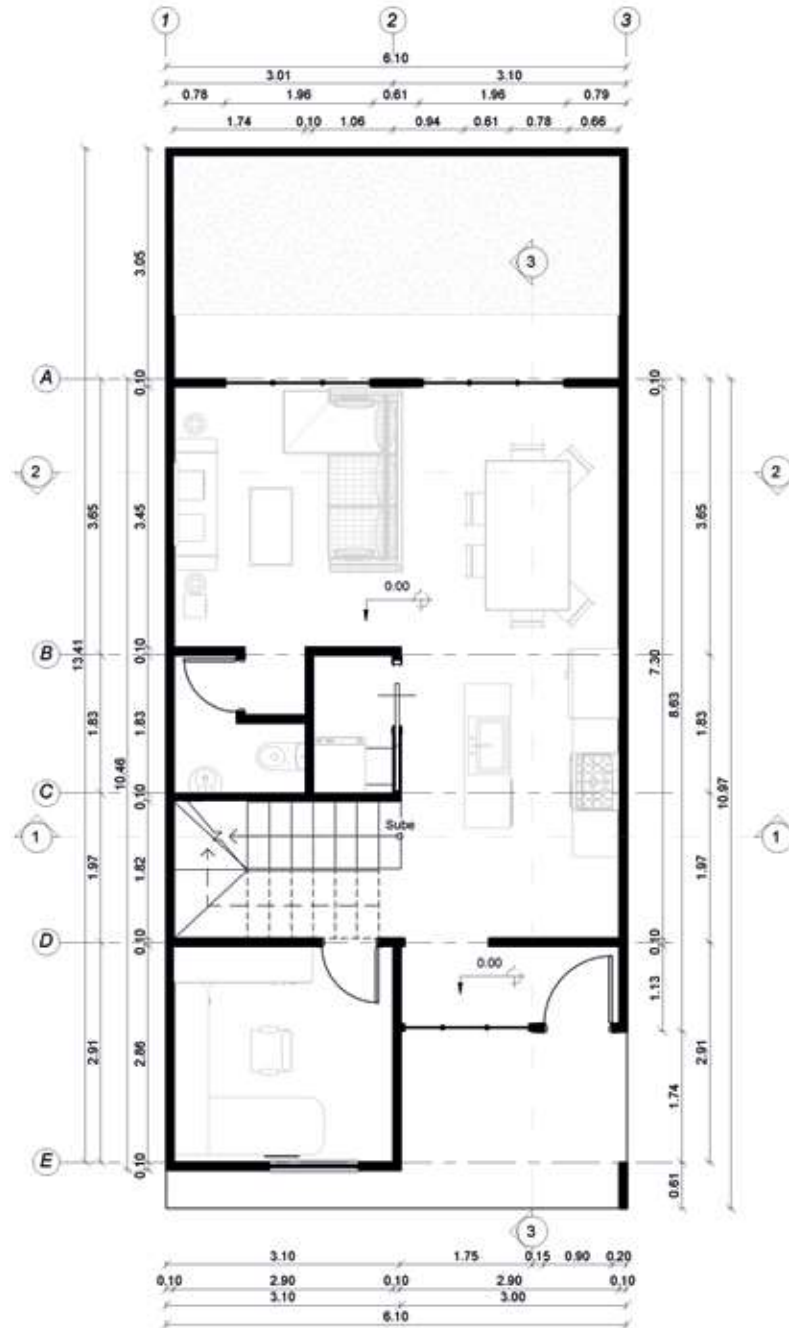
Zonificación

Esc. 1:100

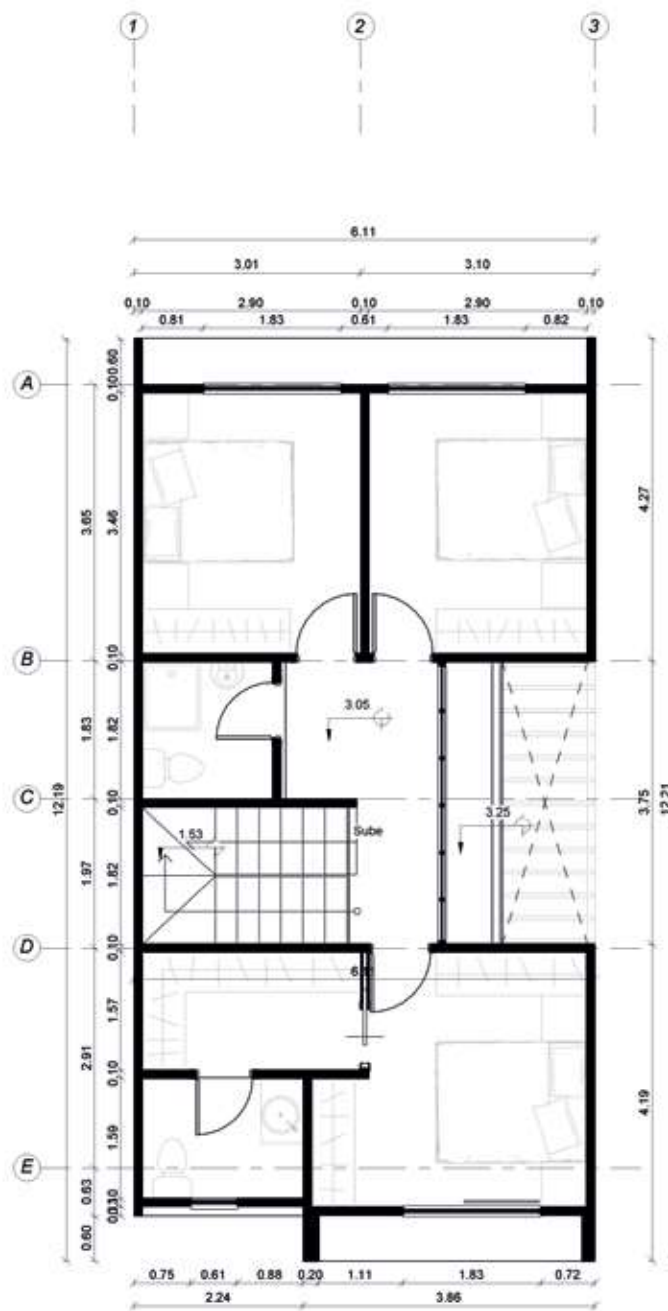


2. PLANTEAMIENTO DE PROYECTO

a. PLANTAS ARQUITECTÓNICAS

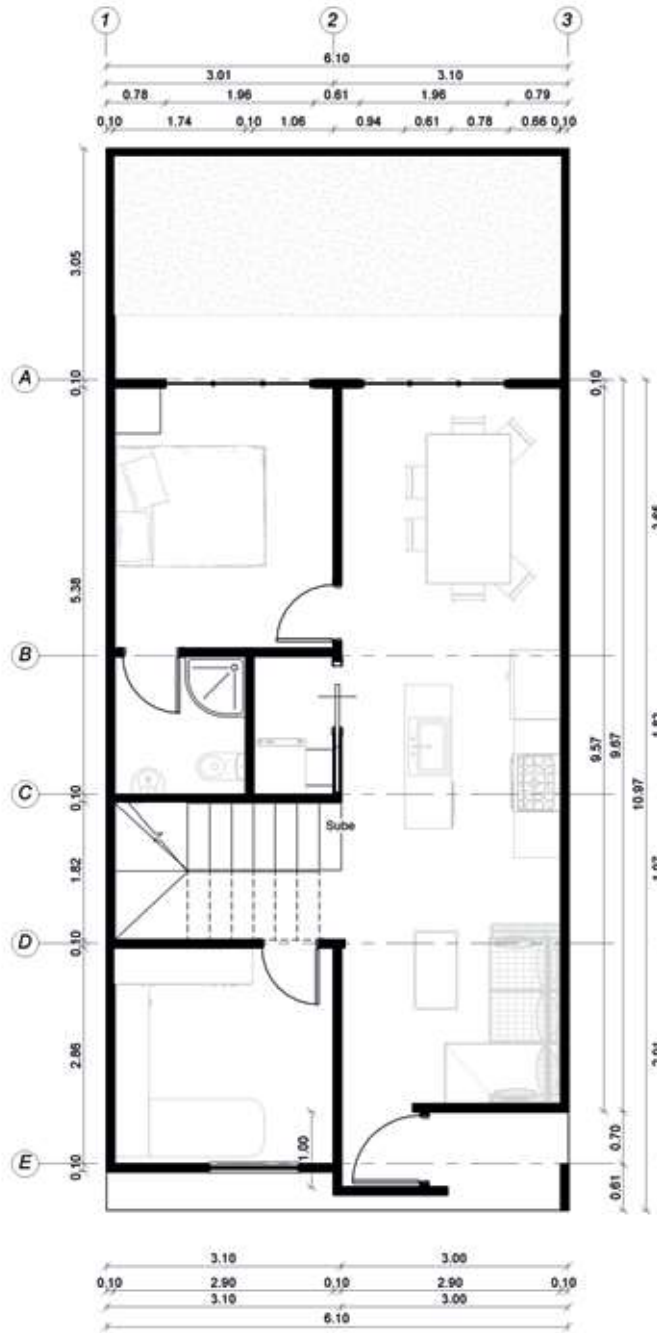


Prototipo Vivienda VIP EF
Planta Baja 
Esc. 1:100



Prototipo Vivienda VIP EF
 Planta Alta
 Esc. 1:100





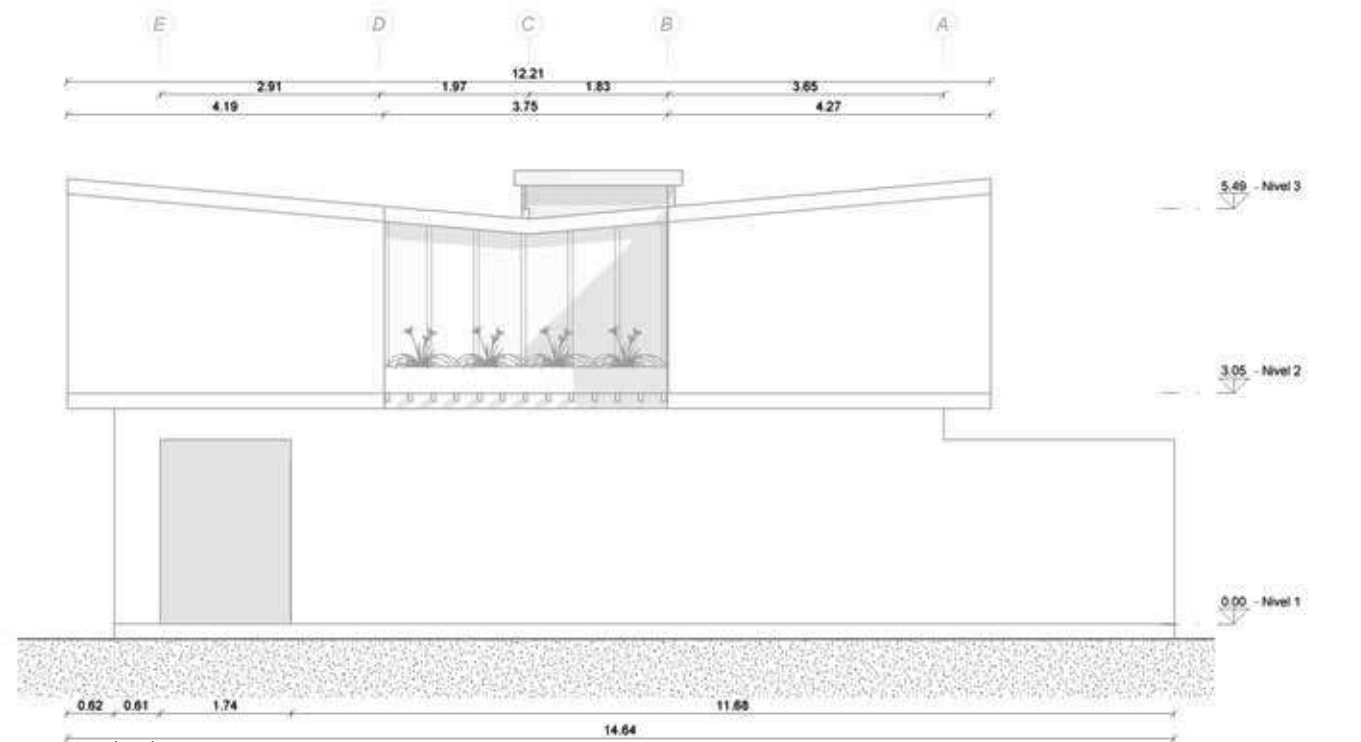
Prototipo Vivienda VIP EF

Planta Baja prospectiva de crecimiento 1 habitación con baño propio

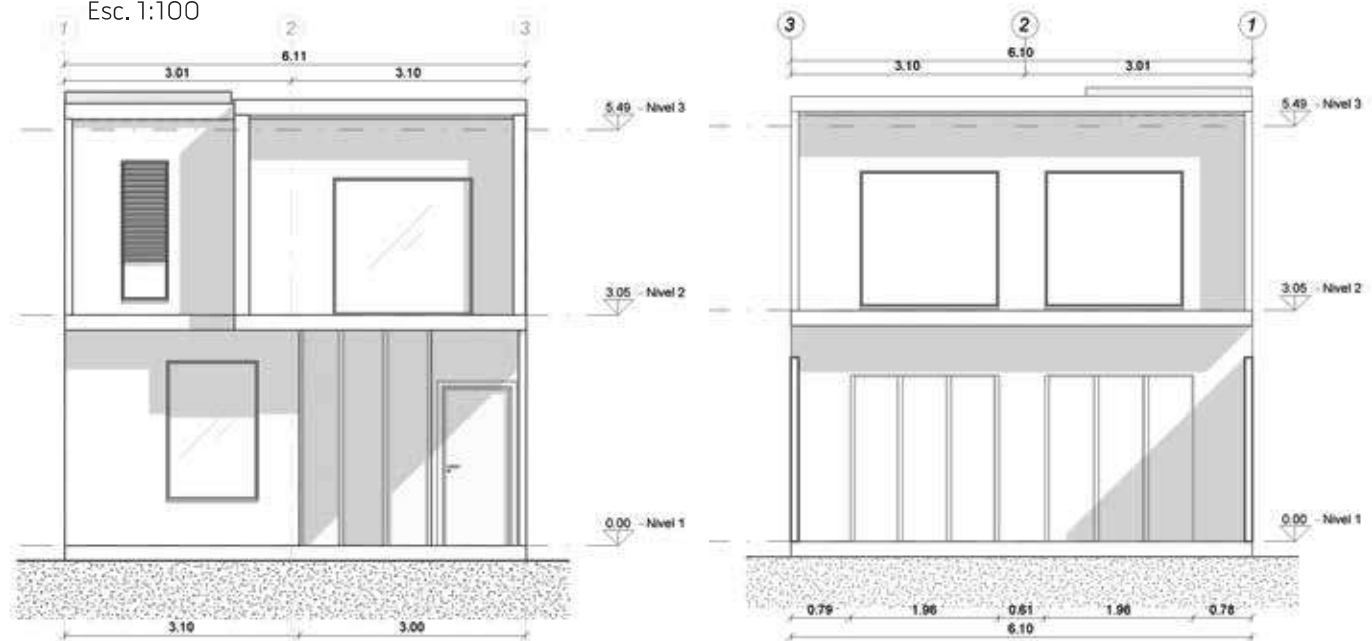
Esc. 1:100



b. FACHADAS



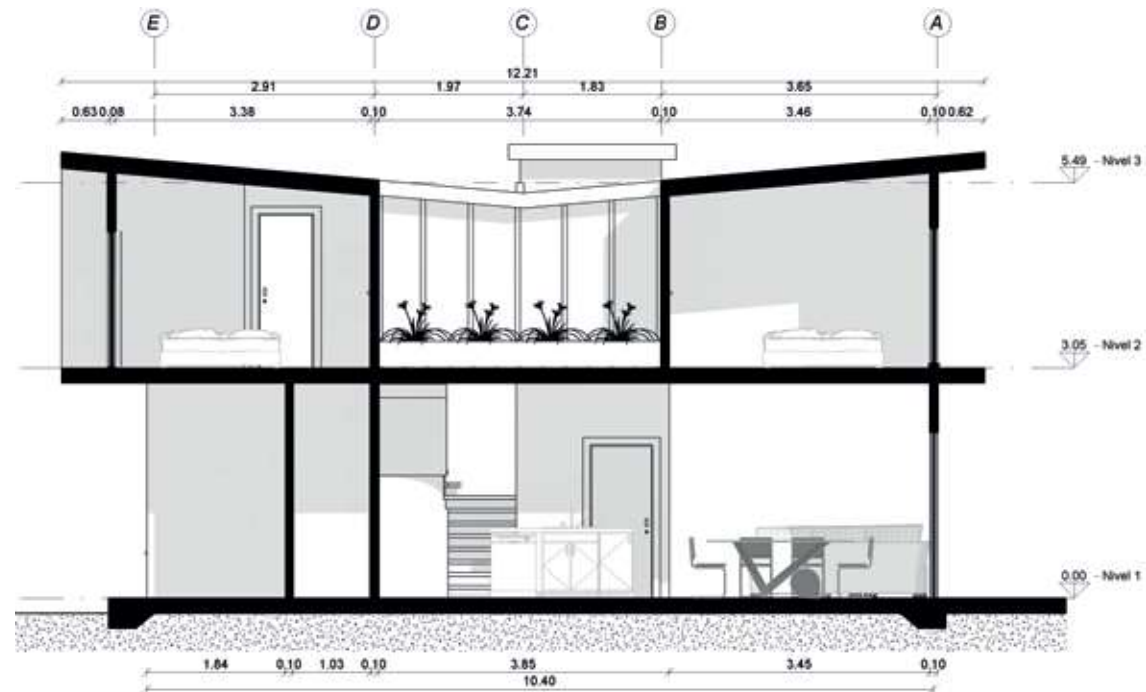
Fachada Nor-Este
Esc. 1:100



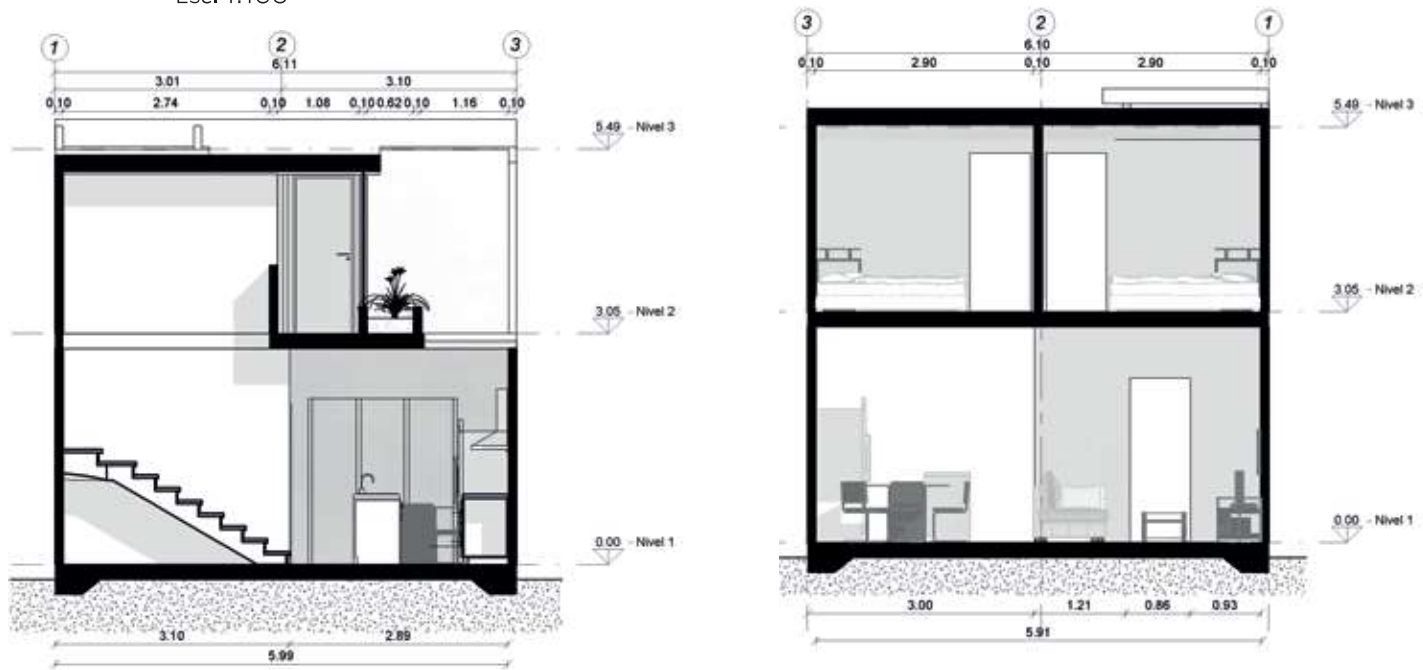
Fachada Sur-Este
Esc. 1:100

Fachada Nor-Oeste
Esc. 1:100

c. CORTES



Sección 3
Esc. 1:100



Prototipo Vivienda VIP EF
Sección 1
Esc. 1:100

Sección 2
Esc. 1:100

d. Vistas 3d



Prototipo Vivienda VIPEF
Modo de agrupación hilera escalonada



Prototipo Vivienda VIP EF
Modo de agrupación pareada



Prototipo Vivienda VIP EF
Modo de agrupación pareada







3.SISTEMA CONSTRUCTIVO

e. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO

El prototipo presenta de las siguientes características:

- Área: 120 m²
- Plantas: 2 (dos)
- Cubierta: Plana

Se desarrolla un pre cálculo, en conjunto con el departamento técnico de Tulgalt, de los perfiles de acero galvanizado laminado en frío (Sistema constructivo Steel Frame) para escoger los perfiles óptimos que cumplan con las solicitudes mecánicas requeridas.

CALCULOS

ENTREPISO

El entrepiso es uno de los elementos críticos de diseño, limita las luces máximas que puede tener la vivienda.



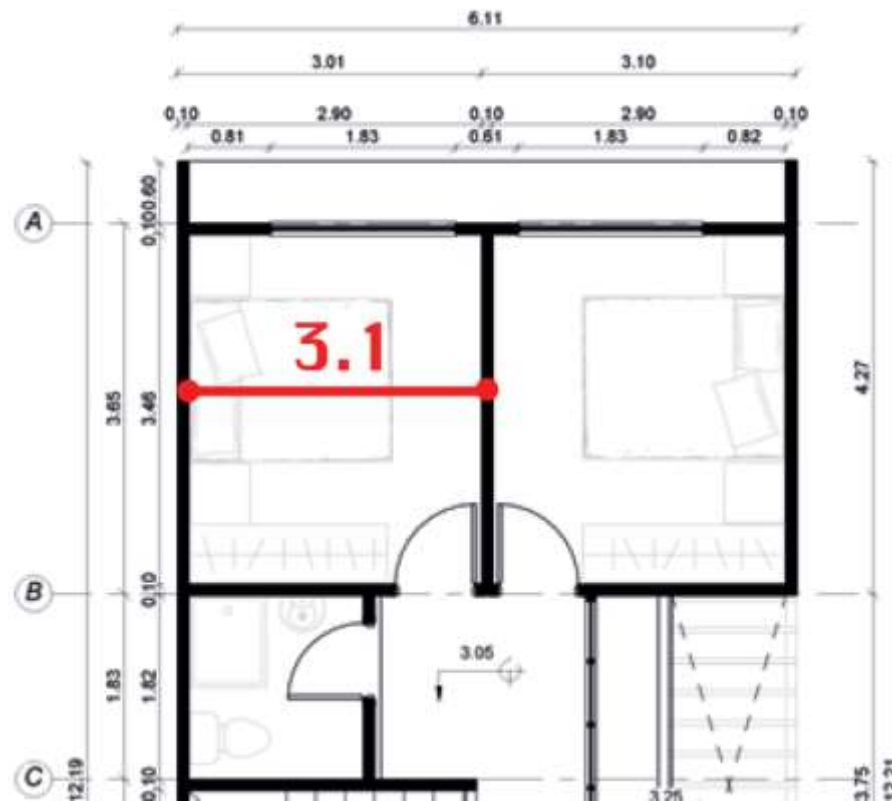
Se analiza el caso crítico de 3.65m de luz.

Módulo:	Entrepisos								
Datos requeridos			Carga con mayorero			Cálculo de Esfuerzos			
Luz	3.65	m	Carga CM	3.05	KN/m	M	5.07920313	KN.m	
Resistencia	255	Mpa	Carga sin mayorero			V	5.56625	KN	
Separación	0.61	m	Carga SM	2.135	KN/m				
E	2100000	kg/cm ²							
Cargas			Comprobación por resistencia			Comprobación por deformación			
Carga muerta	150	kg/m ²	MN	5.35	KN.m	F.L.	12.167	mm	
Carga viva	200	kg/m ²	Wx	20.97	cm ³	Inercia IX	214.36	cm ⁴	
Perfil a evaluar	STUD200X1.28		Wx perfil	21.44	cm ³	F	10.94	mm	
			Conclusión	EL PERFIL CUMPLE		Conclusión	EL PERFIL CUMPLE		

Para una carga según la norma NEC se recomienda perfiles de 200x41x13x1.28mm de espesor modulados cada 0.61 m.

CUBIERTA

De similar forma al entepiso se analiza las cargas en la cubierta inaccesible en la luz crítica:



Se tiene los siguientes resultados

Módulo: Entrepisos											
Datos requeridos			Carga con mayorero			Cálculo de Esfuerzos					
Luz	3.1	m	Carga CM	1.4884	KN/m	M	1.7879405	KN.m			
Resistencia	255	Mpa	Carga sin mayorero			V	2.30702	KN			
Separación	0.61	m	Carga SM	1.037	KN/m						
E	2100000	kg/cm2									
Cargas			Comprobación por resistencia			Comprobación por deformación					
Carga muerta	70	kg/m2	MN	1.88	KN.m	F.L.	10.333	mm			
Carga viva	100	kg/m2	Wx	7.38	cm3	Inercia IX	74.72	cm4			
Perfil a evaluar: STUD150X0.93			Wx perfil	9.96	cm3	F	7.93	mm			
			Conclusión			Conclusión					
			EL PERFIL CUMPLE			EL PERFIL CUMPLE					

PAREDES

Para las paredes se considera cargas de flexión (viento y sobrecargas laterales). Se toma como referencia una altura de 2.85m



Se tienen los siguientes resultados:

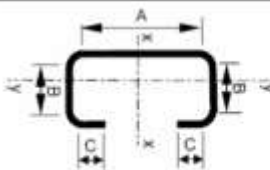
Módulo:		Paredes exteriores portantes											
Datos requeridos				Carga con mayoreo			Cálculo de Esfuerzos						
Altura	2.85	m		Carga CM	0.60	KN/m	M	0.61	KN.m				
Resistencia	255	Mpa		Carga sin mayoreo			V	0.85	KN				
Separación	0.61	m		Carga SM	0.61	KN/m							
E	2100000	kg/cm ²											
Cargas				Comprobación por resistencia			Comprobación por deformación						
Carga muerta D	15	kg/m ²		MN	0.64	KN.m	F.L	14.250	mm				
Carga de viento W	75	kg/m ²		Wx	2.51	cm ³	Inercia IX	28.71	cm ⁴				
Sobre carga L	10	kg/m ²		Wx perfil	5.74	cm ³	F	8.68	mm				
Perfil a evaluar			STUD100X0.93	Conclusión			EL PERFIL CUMPLE	Conclusión			EL PERFIL CUMPLE		

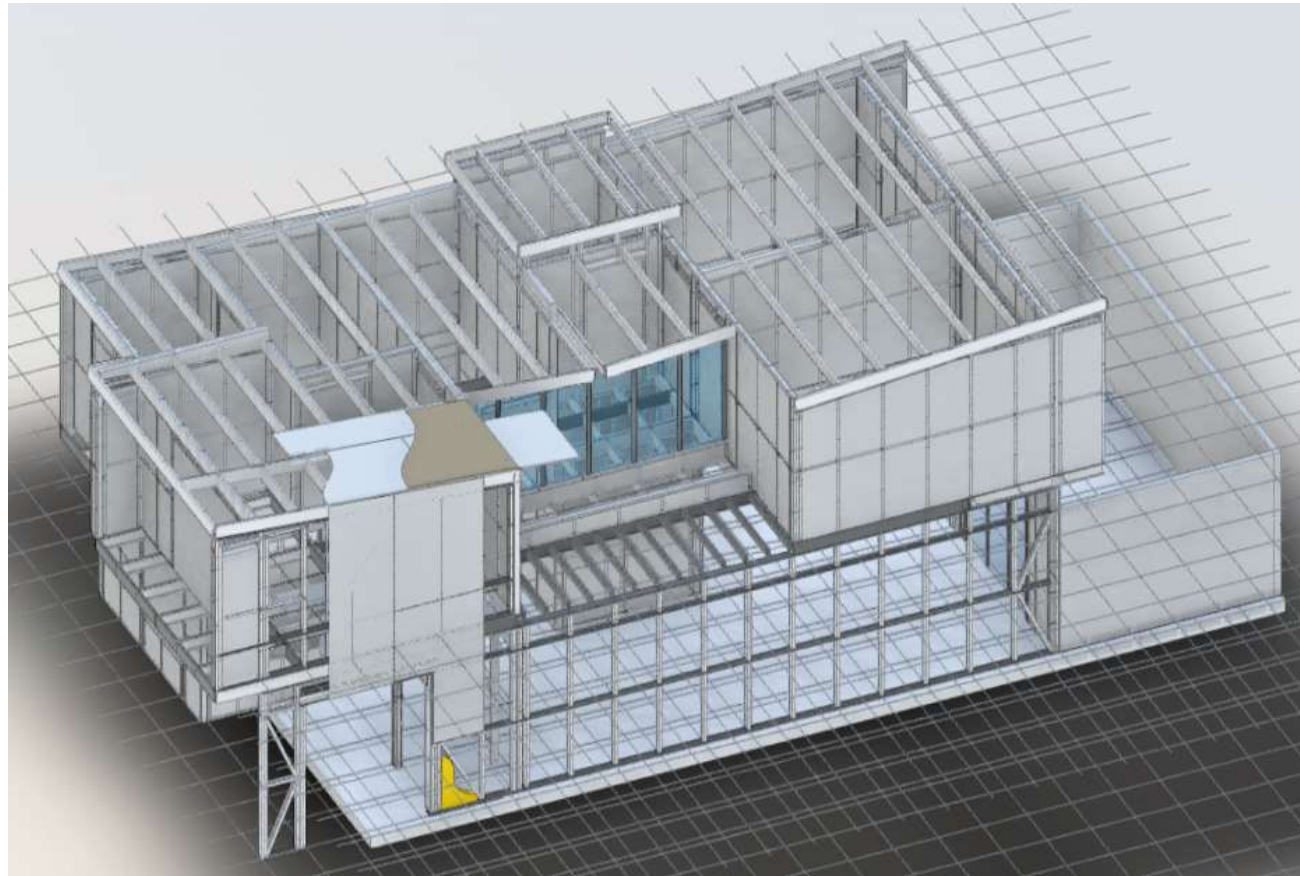
Para una carga según la norma NEC se recomienda perfiles de 100x41x13x0.93mm de espesor modulados cada 0.61 m.

Los perfiles de acero galvanizado son fabricados de acuerdo a la norma INEN 2526 y la calidad de material ASTM 635M SS Grado 37, por lo que le confiere las siguientes propiedades:

- Resistencia a la fluencia (Mpa): 255
- Resistencia última (Mpa): 360
- Elongación min. En 50mm (%): 18
- Recubrimiento: G90 (275 gr zn/m²)

PERFIL PGG

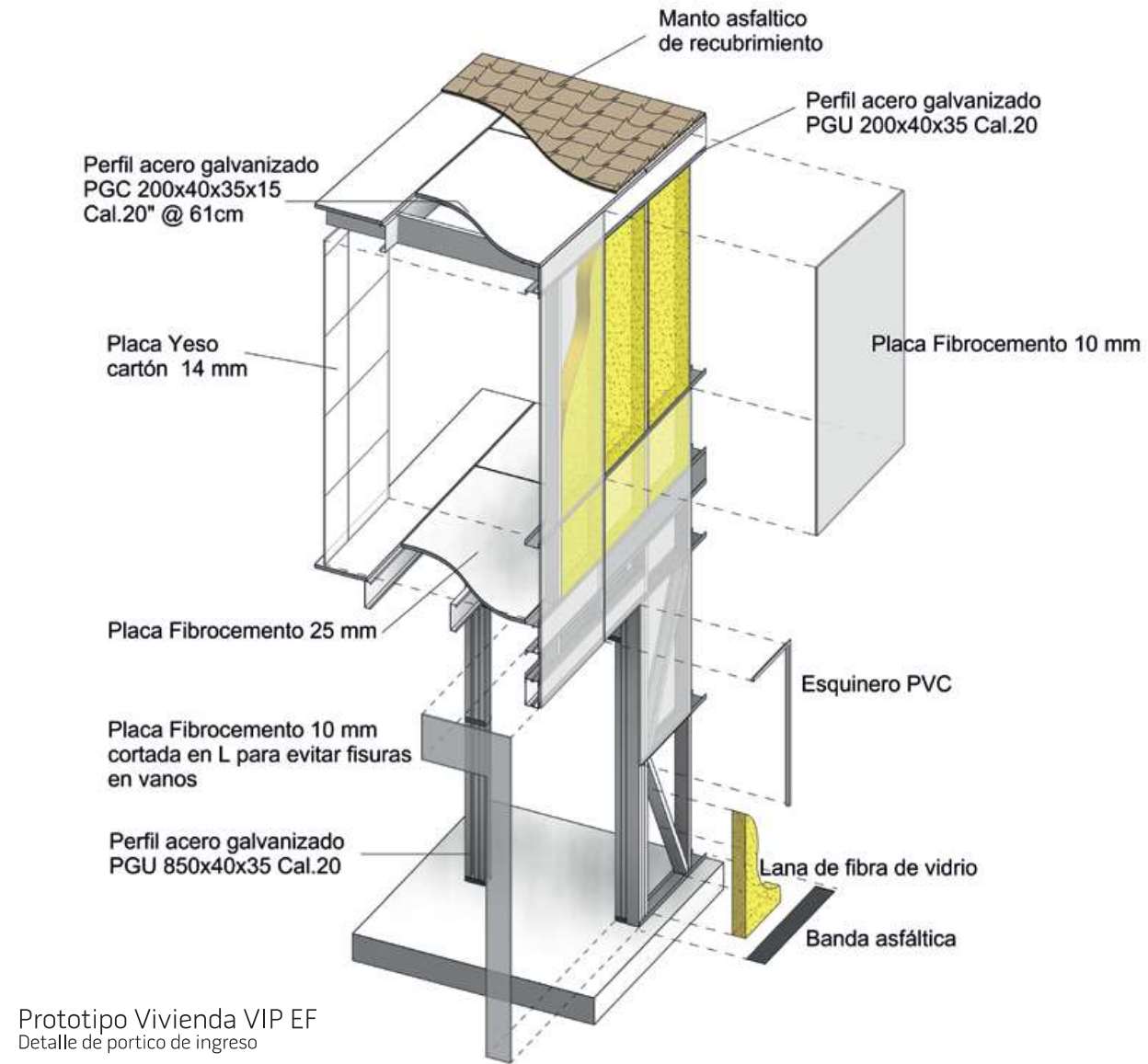
Tolerancias																						
Dimensionales						Longitud																
A	+0/-2 mm					L ≤ 6m	±2 mm															
B	±1 mm					6m < L ≤ 10m	±3 mm															
C	±2 mm					L > 10m	±5 mm															
Falta de rectitud máxima: 0.5 mm por metro de longitud																						
Tolerancia en ángulo recto: ±2 °																						
Perfil	Dimensiones				Espesor		Propiedades Brutas							Propiedades Efectivas								
	A	B	C	R	Sin rev.	Con rev.	Area	Peso	Peso	Ix	Sx	Rx	Iy	Ry	Ixe	Sxe	Mal	Mad	Vag			
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	kN/m	kg/m	mm ⁴	mm ³	mm	mm ⁴	mm	mm ⁴	mm ³	kN-m	kN-m	kN			
90x40x17x0,93	90	40	17	1,4	0,89	0,93	175,57	0,014	1,38	224484	4988,5	35,757	43964	15,824	214213	4618,3	0,706	0,710	4,946			
90x40x17x1,28	90	40	17	1,92	1,24	1,28	241,4	0,019	1,89	304915	6775,9	35,54	59053	15,641	304915	6775,9	1,160	1,158	9,601			
90x40x17x1,64	90	40	17	2,46	1,60	1,64	307,21	0,024	2,41	383092	8513,2	35,313	73326	15,45	383092	8513,2	1,500	1,500	12,533			
100x40x17x0,93	100	40	17	1,4	0,89	0,93	184,47	0,014	1,45	287061	5741,2	39,448	45626	15,727	274026	5320,4	0,813	0,802	4,533			
100x40x17x1,28	100	40	17	1,92	1,24	1,28	253,8	0,020	1,99	390422	7808,4	39,221	61303	15,541	390422	7808,4	1,336	1,250	9,601			
100x40x17x1,64	100	40	17	2,46	1,60	1,64	323,21	0,025	2,53	491198	9824	38,984	76143	15,349	491198	9824	1,731	1,731	14,063			



La arquitectura de la vivienda está concebida en el sistema constructivo Steel Frame por lo que optimiza su uso y desempeño.

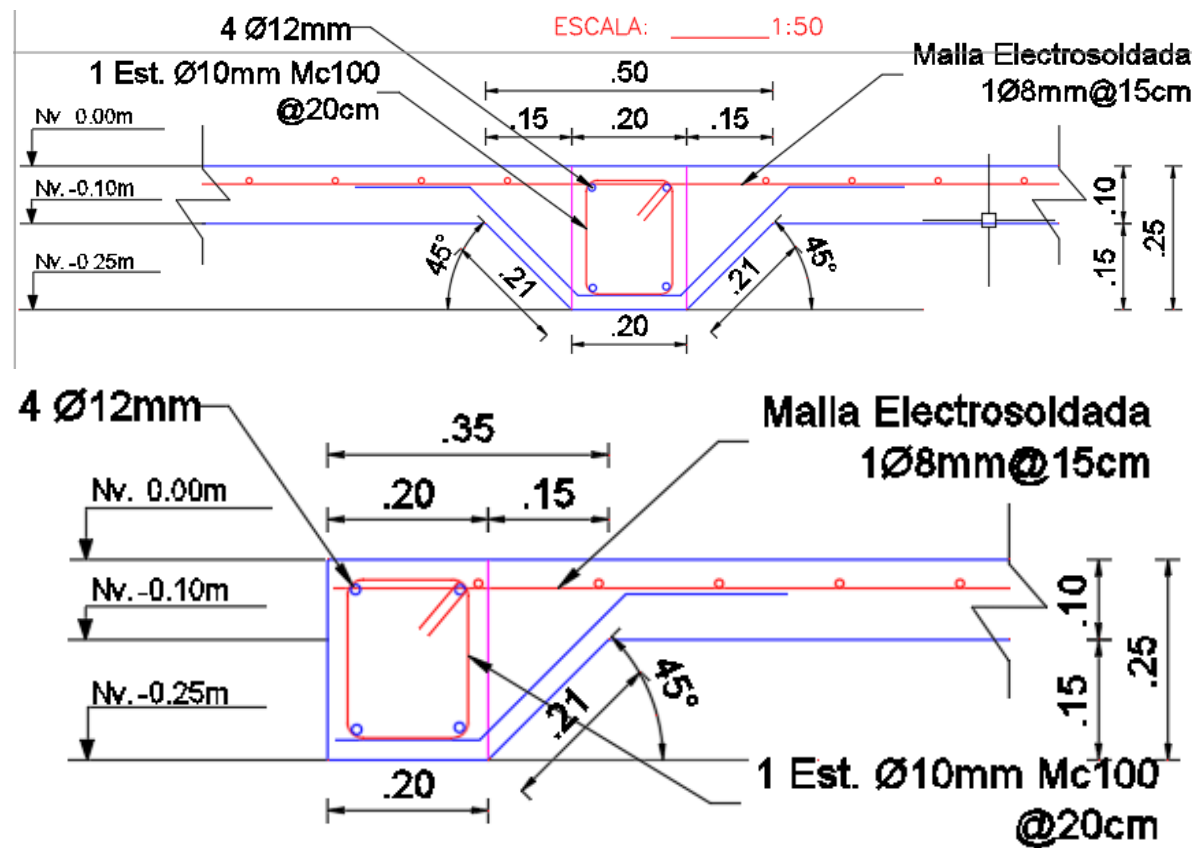
Se mantiene la linealidad de los perfiles, lo que facilita la distribución de cargas.

f. DETALLES CONSTRUCTIVOS



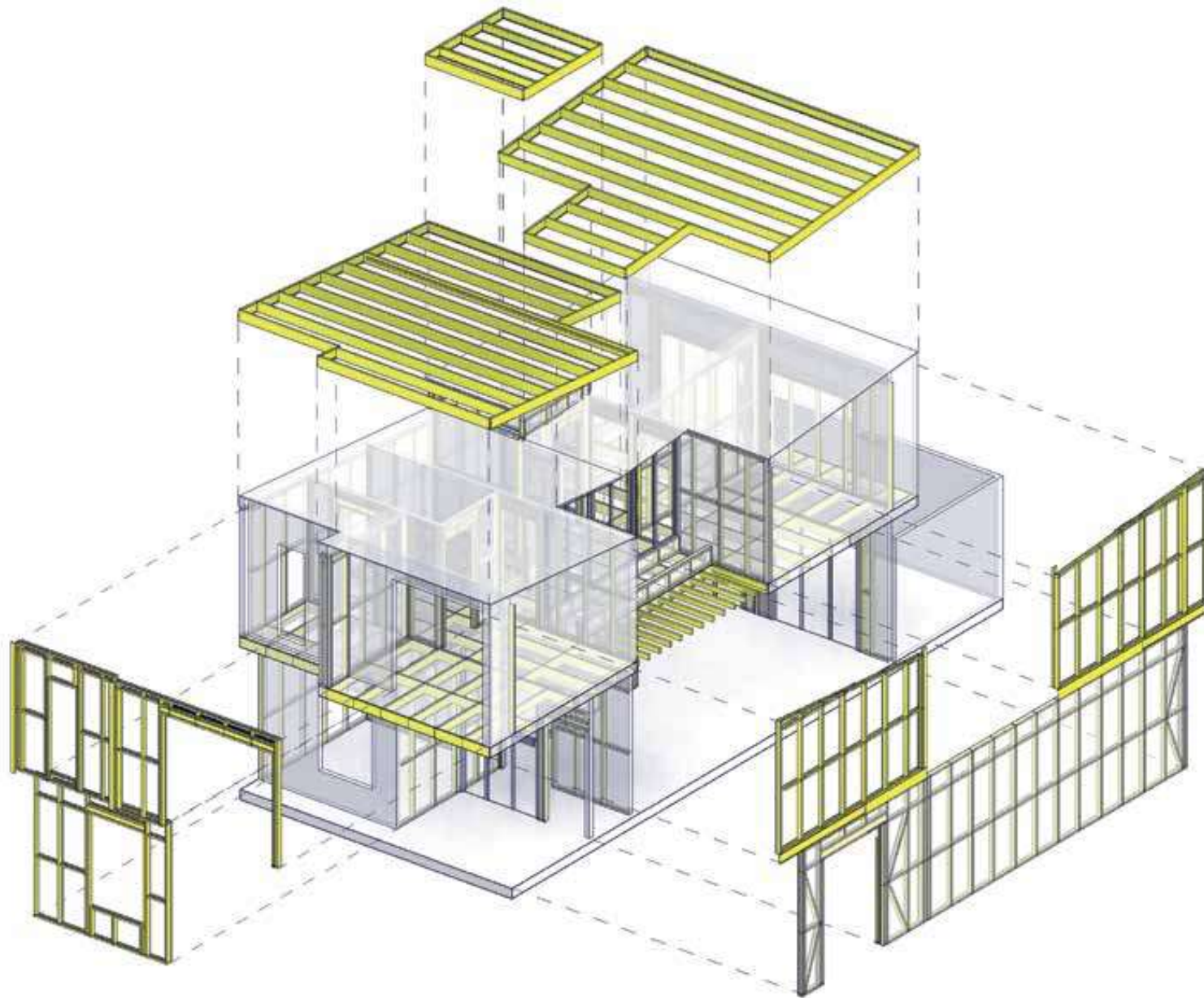
CIMENTACIÓN

En lo referente a cimentación se tiene los siguientes detalles:



RESUMEN DE PLANILLA DE HIERRO N.0,00

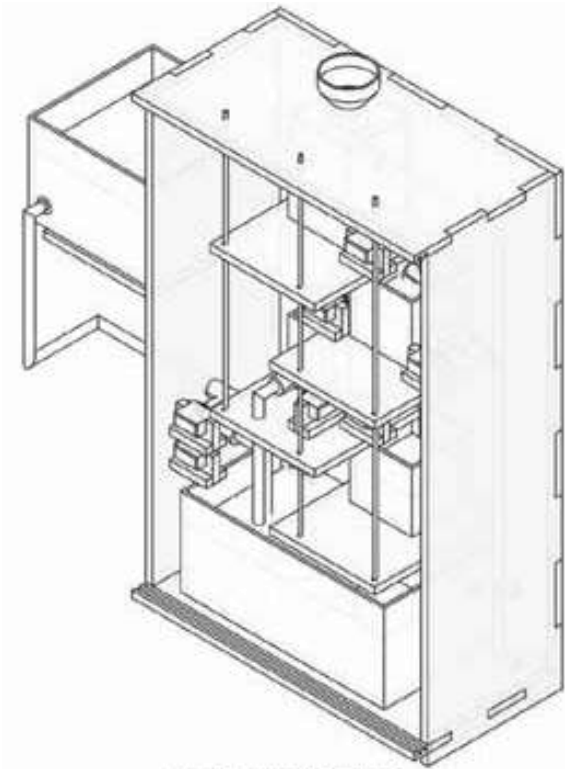
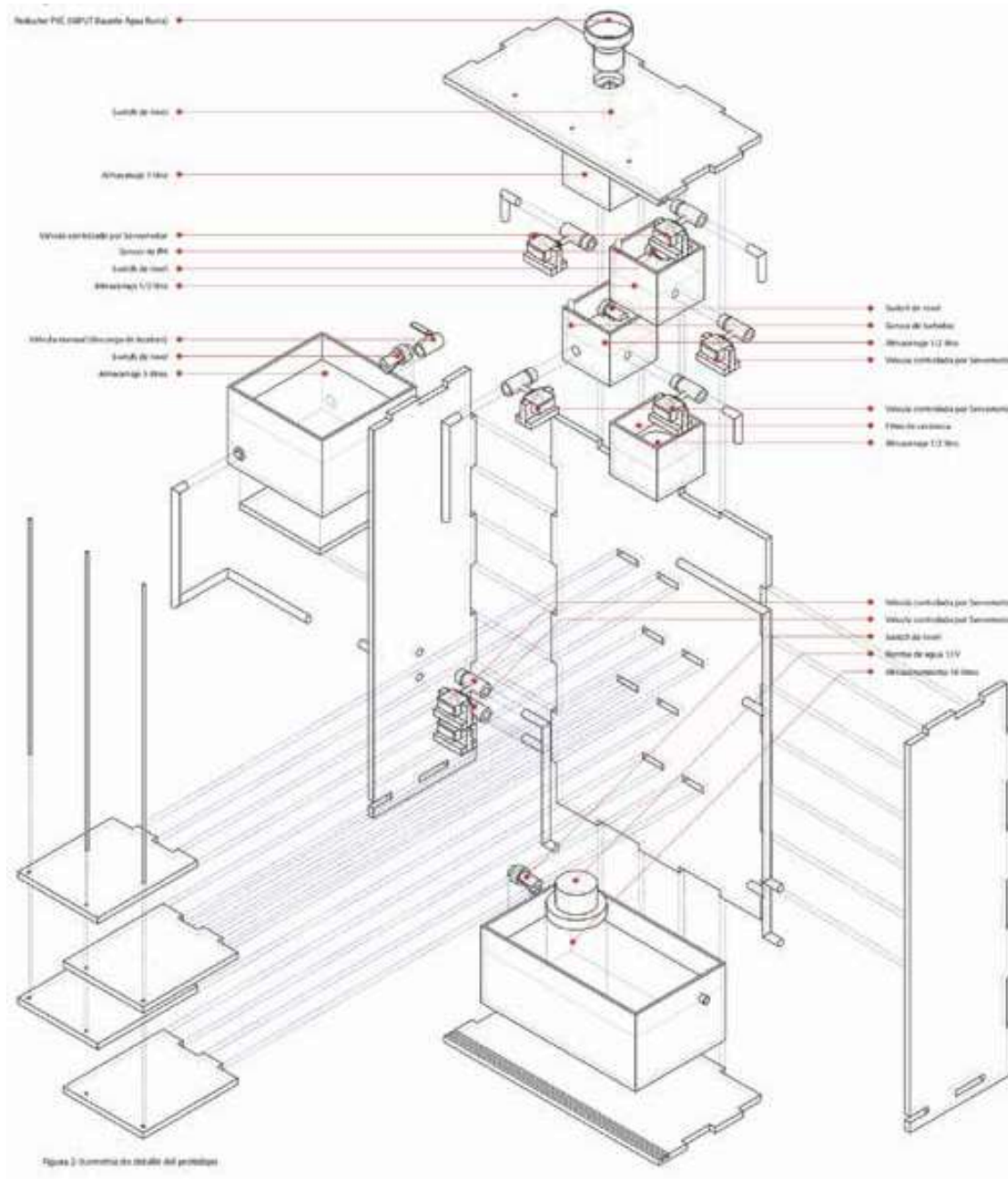
ELEMENTOS	DIAMETRO			TOTAL ACERO(kg)
	8mm	10mm	12mm	
CADENAS CIMENTACION	225,87	327,25	340,76	694,96
DADOS DE CIMENTACION	0,00	0,00	114,00	
TOTAL (m)	225,87	327,25	454,76	
TOTAL (kg)	89,22	201,91	403,83	
# HIERROS	19	28	38	



Prototipo Vivienda VIP EF
Despiece de estructura liviana

g. INNOVACIÓN TÉCNICO CONSTRUCTIVA

SISTEMA DE CLASIFICACION Y FILTRACION DE AGUA DE USO NO POTABLE (PROTOTIPO)



Se propone el empleo de un prototipo de recolección, clasificación y filtro de aguas lluvias para la vivienda. mediante un proceso de clasificación por medio de sensores que determinaran el Ph y los niveles de

turbidez del agua podra canalizarla para uso en hinodoros o riego de plantas, reduciendo así el consumo de la red principal, aprovechando los niveles de pluviosidad de la zona

h. PRESUPUESTO

El presupuesto conseguido para el prototipo alcanzó los 36.491,36 dólares (ver detalle en anexos) como costos directos. Calculado en base a precios referenciales de distribución y atención a proyectos por parte de los proveedores de materiales de construcción. Costos que permiten tener una ganancia de al menos el 25%.

Tomando en consideración un 35% de costos indirectos y el IVA del 12% se obtiene un precio de venta de la **vivienda de 55.174,93\$** acorde al requerimiento de normativa donde se indica que el valor de la vivienda no debe ser inferior al 50% del costo del proyecto incluyendo el terreno urbanizado. El precio por m2 alcanzado para el prototipo es de **459,78\$**.

En el sector elegido para el proyecto el costo m2 cuadrado obtenido después de analizar la oferta actual, es de 91,50\$ por metro cuadrado, según la propuesta de agrupación de los prototipos el terreno ideal para el emplazamiento de las unidades de vivienda es de 150 m2

Precio de terrenos cantón Rumiñahui				
	Ubicación	Área m2	Precio	\$/m2
Terreno a	El Colibri	597	69000	115,58
Terreno b	Sangolquí Ines Gangotena	685	55000	80,29
Terreno c	El Colibri	930	80000	86,02
Terreno d	El Choclo	1000	85000	85,00
			Precio Prom.	91,72

Lo que nos entrega un costo por terreno de 13.725\$ libre de urbanización. Contemplando un valor similar al del terreno en urbanización se llega a un costo de vivienda de 82.624,93\$ precio que pone al prototipo en una posición sumamente competitiva, considerando incluso la oportunidad de incrementar márgenes.

CAPITULO IV

1. CONCLUSIONES

Una vez realizado el ejercicio completo de diseño y costeo del proyecto, se puede determinar que es completamente factible la construcción en seco como una solución constructiva que permite, un acercamiento a la economía circular. Reduce desperdicio, reduce consumo de agua y acorta los tiempos de ejecución de la obra, mantiene costos competitivos de mercado considerando márgenes adecuados de ganancia para el constructor y el medio ambiente, reduciendo las externalidades negativas de la construcción. Con apenas un consumo de 0,69 litros de agua por metro cuadrado de mampostería durante la ejecución de obra.

En lo que corresponde a transporte y viajes de vehículos de carga para llevar material a la obra se puede reducir a la cuanta parte comparado con un sistema tradicional.

En la comparación de los niveles de aislamiento térmico de las envolventes de la vivienda trabajadas con sistemas livianos vs. Sistemas tradicionales se encuentra que existe una mayor eficiencia por parte del sistema liviano considerando paredes tipo sandwich. Se considera que la resistencia térmica de una pared tipo sandwich de fibrocemento con aislamiento térmico de lana de fibra de vidrio, contara con un valor de 1,48 m² k/w.

De la misma manera el peso de la edificación podrá ser reducido al menos a la tercera parte de un sistema tradicional, se considera un peso de 50 kg/m² de tabiquería. Consideración que permite un adecuado desempeño en sismo resistencia, y abarata costos en la cimentación.

La construcción liviana en seco es una alternativa de costo accesible, duradera y permite una eficiencia energética tanto en el proceso de construcción como en el funcionamiento de la vivienda.

1. BIBLIOGRAFÍA

Trabajos citados

- Wolf Real State. (11 de 2017). ¿Qué es una vivienda de interés público y en qué se diferencia de las otras? Quito, Ecuador.
- Viviend, M. d. (2019). Agenda Urbana Nacional 2019 - 2030. Quito.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Cantón Rumiñahui. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial Cantón Rumiñahui 2012 – 2025*. Sangolqui, Pichincha: Propia.
- Volpe, F. (10 de 9 de 2014). *Blog Banco Interamericano de Desarrollo*. (B. I. Desarrollo, Productor) Obtenido de <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/comprar-o-alquilar-la-edad-importa-mas-que-el-ingreso-al-momento-de-elegir/ambientales>, A. d. (10 de 8 de 2020). *ciencias ambientales* . Obtenido de <https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/conoce-la-energia-de-tu-vivienda/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-de-la-vivienda>
- MIDUVI. (25 de 2 de 2019). *Habitatyvivienda.gob.ec*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/07/681-Reglamento-para-el-acceso-a-VIS.pdf>
- INCOSE. (5 de 9 de 2020). *INCOSE*. Obtenido de <https://www.incose.org.ar/2013/07/29/steel-framing-vs-tradicional/>
- INEC. (2010). *Ecuador en cifras*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/pichincha.pdf>
- vivienda, I. d. (2020). *Buenos Aires Infraestructura*. Obtenido de http://www.vivienda.mosp.gba.gov.ar/variados/manual_ac_higrotermico.pdf
- Rumiñahui, G. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Rumiñahui 2012 – 2025*. Obtenido de <http://181.112.151.212/Documentacion/Cantón%20Rumiñahui/pdyot-2014-2019.pdf>
- Eternit Ecuatoriana S.A. (2018). Manual de Bolsillo Eterboard. Quito.
- Vargaz, C. A. (2014). determinación de la carga permanente debida al peso de mampostería de bloque en edificaciones de vivienda. Quito, Ecuador.
- CERDÁ, E. (2015). ECONOMÍA CIRCULAR. *ECONOMÍA CIRCULAR, ESTRATEGIA Y COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL*. Madrid.
- Dannemant, R. (2007). MANUAL DE INGENIERIA DE STEEL FRAMING. *Construcciones Entramadas de Acero*. Argentina.
- Raffino, M. (20 de Agosto de 2020). <https://concepto.de/>. Obtenido de <https://concepto.de/>: <https://concepto.de/migracion-interna/definicion.de>. (17 de septiembre de 2020). Obtenido de [definicion.de: https://definicion.de/hacinamiento/](https://definicion.de/hacinamiento/)
- oxfamintermon.org. (17 de septiembre de 2020). Obtenido de oxfamintermon.org: <https://blog.oxfamintermon.org/definicion-de-sostenibilidad-sabes-que-es-y-sobre-que-trata/>
- Borsdorf, A. (2003). HACIA LA CIUDAD FRAGMENTADA. TEMPRANAS ESTRUCTURAS SEGREGADAS EN LA CIUDAD LATINOAMERICANA. *Scripta Nova, REVISTA ELECTRÓNICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES, Universidad de Barcelona*.
- emis.com. (28 de enero de 2016). Obtenido de emis.com: https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Fabrica_De_Cigarrillos_El_Progreso_SA_es_3983882.html
- guiaspracticas.com. (19 de septiembre de 2020). Obtenido de guiaspracticas.com: <http://www.guiaspracticas.com/climatizacion-y-aire-acondicionado/comfort-higrotermico>
- consumer.es. (30 de marzo de 2014). Obtenido de consumer.es: <https://www.consumer.es/bricolaje/eflorescencias-causas-prevencion-y-tratamiento.html#:~:text=Las%20eflorescencias%20son%20cristales%20de,porosos%20y%20contienen%20sales%20solubles.>
- dialnet.unirioja.es. (19 de septiembre de 2020). Obtenido de dialnet.unirioja.es: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=300231>
- alainet.org. (16 de septiembre de 2014). Obtenido de alainet.org: <https://www.alainet.org/es/active/77198>
- Ministerio de trabajo Ecuador. (2018). *Pagina del ministerio de trabajo Ecuador*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/incremento-del-salario-basico-unificado-2019/>.

PRESUPUESTO

PROYECTO: PROTOTIPO CASA STEEL FRAMING
FECHA: 24/08/2020
PROPONENTE: Adolfo Duarte
DIRECCION: Sangolqui
PROPIETARIO: Adolfo Duarte

ITEM	DESCRIPCION	UNL	CANT.	PRECIO U.	PRECIO T.	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPO	TRANSPORTE
OBRAS PRELIMINARES									
1.2	DESBRUCE Y LIMPIEZA	M2	153.000	\$1.040	\$159.120	\$151.470	\$0.000	\$7.650	\$0.000
1.1	CERRAMIENTO PROVISIONAL DE YUTE	M	85.000	\$10.230	\$869.550	\$123.230	\$740.330	\$5.950	\$0.000
1.4	REPLANTEO CON EQUIPO TOPOGRAFICO	M2	153.000	\$1.340	\$205.020	\$182.070	\$13.770	\$9.130	\$0.000
1.3	EXCAVACION MANUAL	M3	6.000	\$10.360	\$62.160	\$59.220	\$0.000	\$2.940	\$0.000
					\$1.296.860	\$816.010	\$764.120	\$26.720	\$0.000
INSTALACIONES A. POTABLE A. SERVIDAS									
	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE	U	1.000	\$22.900	\$22.900	\$11.150	\$11.190	\$0.560	\$0.000
	ACOMETIDA DOMICILIARIA AGUAS LLUVIAS	M	4.000	\$14.030	\$56.120	\$7.400	\$48.360	\$0.360	\$0.000
	ACOMETIDA DOMICILIARIA AGUAS SERVIDAS	M	4.000	\$14.030	\$56.120	\$7.400	\$48.360	\$0.360	\$0.000
	TUBERIA PVC ROSCABLE 1/2"	M	45.000	\$2.880	\$129.600	\$100.330	\$24.300	\$4.950	\$0.000
	TUBERIA COBRE 1/2" (MAT INST)	M	33.000	\$4.220	\$139.260	\$35.310	\$102.300	\$1.650	\$0.000
	TUBERIA PVC 4" REFORZADA	M	12.000	\$7.040	\$84.480	\$5.520	\$78.720	\$0.240	\$0.000
	TUBERIA PVC 90MM DESAGUE (MAT)	M	19.000	\$8.480	\$160.740	\$45.600	\$112.860	\$2.280	\$0.000
	TUBERIA PVC 75MM PERFORADA (MAT TRANS INST)	M	10.000	\$4.810	\$48.100	\$24.000	\$22.900	\$1.200	\$0.000
	REJILLA CROMADA 75 MM	U	7.000	\$1.890	\$13.230	\$12.600	\$0.000	\$0.830	\$0.000
	CAJA DE REVISION 80*80*80 CM	U	3.000	\$59.110	\$177.330	\$128.280	\$40.770	\$8.420	\$1.860
					\$887.880	\$377.610	\$489.760	\$18.660	\$1.860
CIMENTOS									
	CONTRAPISO H.S. 180 KG-CM2, E=10CM	M2	70.900	\$14.880	\$1.054.992	\$632.428	\$301.325	\$46.794	\$74.445
	ACERO DE REFUERZO	KG	695.000	\$1.530	\$1.063.350	\$208.500	\$827.050	\$27.800	\$0.000
	VIGA DE CIMENTACION 20X25CM HS 210 KG-CM2	M*	3.200	\$447.480	\$1.431.936	\$328.896	\$1.103.040	\$0.000	\$0.000
					\$3.560.278	\$1.169.824	\$2.231.415	\$74.594	\$74.445
INSTALACIONES ELECTRICAS Y TELEFONICAS									
	ACOMETIDA PRINCIPAL	M	1.000	\$21.120	\$21.120	\$17.160	\$3.100	\$0.860	\$0.000
	TABLERO DE CONTROL 8 PUNTOS	U	1.000	\$73.380	\$73.380	\$25.530	\$46.440	\$1.280	\$0.330

PRESUPUESTO

PROYECTO: PROTOTIPO CASA STEEL FRAMING
FECHA: 24/08/2020
PROPONENTE: Adolfo Duarte
DIRECCION: Sangolquí
PROPIETARIO: Adolfo Duarte

ITEM	DESCRIPCION	UNL	CANT.	PRECIO U.	PRECIO T.	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPO	TRANSPORTE
	TUBERIA CONDUIT 1/2" LIVIANO (INST. ELECTRICAS)	M	170.000	\$2.350	\$433.300	\$297.500	\$119.000	\$15.300	\$1.700
	CABLE CONCENTRICO 3X12 PARA LUMINARIAS	M	240.000	\$2.750	\$660.000	\$168.000	\$482.400	\$9.600	\$0.000
	CABLE ELECTRICO TW#10 AWG (PROVISION E INSTALACION)	M	170.000	\$0.650	\$110.500	\$66.300	\$40.800	\$3.400	\$0.000
	LAMPARA LED EMPOTRABLE 15-18W INCLUYE PROVISION E INSTALACION	U	1.000	\$8.950	\$8.950	\$3.820	\$4.940	\$0.190	\$0.000
	LAMPARA DICROICA 50W CON DIFUSOR	PTO	6.000	\$67.400	\$404.400	\$78.660	\$321.780	\$3.960	\$0.000
	CONEXION A TIERRA (VARRILLA COPPERWELL)	U	1.000	\$19.590	\$19.590	\$10.830	\$7.720	\$0.540	\$0.500
	INSTALACION DUCTOS PARA CABLEADO ELECT O TELEFONIC	M	15.000	\$8.300	\$124.500	\$77.100	\$43.500	\$3.900	\$0.000
	INTERUPTORES DOBLES	U	7.000	\$3.460	\$24.220	\$6.020	\$17.850	\$0.280	\$0.070
	INTERUPTORES SIMPLE	U	10.000	\$2.260	\$22.600	\$8.600	\$13.500	\$0.400	\$0.100
	SALIDAS ANTENAS TV	U	1.000	\$18.190	\$18.190	\$13.720	\$3.750	\$0.690	\$0.030
	TIMBRE	PTO	1.000	\$15.190	\$15.190	\$7.430	\$7.360	\$0.400	\$0.000
	TOMACORRIENTES	U	24.000	\$26.950	\$646.800	\$424.320	\$199.920	\$21.120	\$1.440
					\$2.883.140	\$1.204.990	\$1.312.060	\$61.920	\$4.170

ESTRUCTURA

	ESTRUCTURA STEEL FRAMING CUBIERTA KG ACERO GALVANIZADO ASTM 635M SS GRADO 37	KG	733.000	\$1.570	\$1.150.810	\$80.630	\$1.062.850	\$7.330	\$0.000
	ESTRUCTURA STEEL FRAMING ENTREPISOS KG ACERO GALVANIZADO ASTM 635M SS GRADO 37	KG	847.500	\$1.570	\$1.330.575	\$93.225	\$1.228.875	\$8.475	\$0.000
	ESTRUCTURA STEEL FRAMING PAREDES KG ACERO GALVANIZADO ASTM 635M SS GRADO 37	KG	1.335.000	\$1.570	\$2.095.950	\$146.850	\$1.935.750	\$13.350	\$0.000
					\$4.577.335	\$320.706	\$4.227.476	\$29.156	\$0.000

ENTECHADOS

	PANEL SIP PLACA DE FIBROCEMENTO 4MM ALMA DE POLIESTILENO EXPANDIDO DE 2.32 CM INCLUYE	M ²	67.340	\$12.310	\$828.955	\$193.266	\$614.814	\$20.875	\$0.000
	PERGOLA METAL ACABADO DE MADERA VIDRIO TEMPLADO	U	1.000	\$477.700	\$477.700	\$0.000	\$477.700	\$0.000	\$0.000
	IMPERMEABILIZACION DE CUBIERTA CON LAMINA	M2	67.340	\$11.870	\$799.326	\$253.198	\$521.885	\$24.242	\$0.000

PRESUPUESTO

PROYECTO: PROTOTIPO CASA STEEL FRAMING
FECHA: 24/08/2020
PROPONENTE: Adolfo Duarte
DIRECCION: Sangolqui
PROPIETARIO: Adolfo Duarte

ITEM	DESCRIPCION	UNL	CANT.	PRECIO U.	PRECIO T.	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPO	TRANSPORTE
	ASFALTICA CON PROTECCION DE ALUM								
	CIELO RASO DRYWALL	M2	126.000	\$7.390	\$931.140	\$364.140	\$527.940	\$39.060	\$0.000
	ENCINTADO Y EMPASTADO GYPSUM MASILLA MULTIPROPOSITO ETERNIT	M²	126.000	\$2.800	\$352.800	\$262.080	\$78.120	\$12.600	\$0.000
	PINTURA	M²	126.000	\$3.850	\$485.100	\$288.540	\$173.880	\$22.680	\$0.000
					\$3.876.021	\$1.361.224	\$2.394.339	\$119.467	\$0.000

MOBILIARIO

	MUEBLE DE COCINA ALTO (INCLUYE INSTALACION Y LACADO)	M	3.000	\$110.220	\$330.660	\$246.960	\$71.340	\$12.360	\$0.000
	CLOSET DIVISION MADERA MDF LACADO	M2	9.000	\$111.450	\$1.003.050	\$100.260	\$897.750	\$5.040	\$0.000
	MUEBLE DE COCINA BAJO (INCLUYE INSTALACION Y LACADO)	M	5.000	\$89.590	\$447.950	\$343.000	\$87.800	\$17.150	\$0.000
					\$1.781.660	\$690.220	\$1.066.890	\$34.660	\$0.000

ENTREPISO LIVIANO

	EMPLANCHADO DE 20MM FIBROCEMENTO PARA ENTREPISO INCLUYE INSTALACIÓN	M²	63.000	\$20.970	\$1.321.110	\$246.960	\$1.050.840	\$23.310	\$0.000
					\$1.321.110	\$246.960	\$1.060.840	\$23.310	\$0.000

PAREDES

	PLACA DE FIBROCEMENTO 10MM INCLUYE PROVICION E INSTALACION	M²	148.300	\$9.390	\$1.392.537	\$295.117	\$1.082.590	\$14.830	\$0.000
	SISTEMA DE JUNTAS PARA FIBROCEMENTO DR.	M²	148.300	\$5.490	\$814.167	\$299.566	\$499.771	\$14.830	\$0.000
	PLANCHA INDUSTRIAL DE YESO (DRYWALL)	M²	326.930	\$5.150	\$1.683.690	\$647.321	\$908.865	\$127.503	\$0.000
	ENCINTADO Y EMPASTADO GYPSUM MASILLA MULTIPROPOSITO ETERNIT	M²	326.930	\$2.800	\$915.404	\$680.014	\$202.697	\$32.693	\$0.000
	PINTURA DE CAUCHO LATEX VINILO ACRILICO INTERIOR	M²	326.930	\$2.380	\$777.892	\$542.704	\$326.930	\$71.925	\$0.000
	AISLAMIENTO TERMICO PAREDES	M²	148.300	\$3.970	\$588.751	\$160.164	\$428.587	\$0.000	\$0.000
	PINTURA DE CAUCHO TIPO PERMALATEX H= 0 A 6 M	M²	148.300	\$3.010	\$446.383	\$232.831	\$189.824	\$23.728	\$0.000
					\$6.782.490	\$2.867.717	\$3.639.264	\$286.609	\$0.000

PRESUPUESTO

PROYECTO: PROTOTIPO CASA STEEL FRAMING
FECHA: 24/08/2020
PROPONENTE: Adolfo Duarte
DIRECCION: Sangolqui
PROPIETARIO: Adolfo Duarte

ITEM	DESCRIPCION	UNI.	CANT.	PRECIO U.	PRECIO T.	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPO	TRANSPORTE
PIEZAS SANITARIAS									
	INODORO (PROVISION Y MONTAJE)	U	3.000	\$68.890	\$206.670	\$49.320	\$154.890	\$2.460	\$0.000
	LAVANDERIA PREFABRICADA (INCLUYE INSTALACION)	U	1.000	\$42.290	\$42.290	\$6.880	\$35.090	\$0.340	\$0.000
	LAVADERO A 1 2 POZOS 1 ESCURRIDERA INC. ACCESORIOS	U	1.000	\$198.690	\$198.690	\$17.400	\$180.410	\$0.870	\$0.000
	LAVAMANOS CON MUEBLE PARA BAÑO INCL. GRIFERIA	U	3.000	\$435.870	\$1.307.610	\$33.420	\$1.272.510	\$1.690	\$0.000
	DUCHA CROMADA INCLUYE LLAVE Y ACCESORIOS	U	1.000	\$28.350	\$28.350	\$8.280	\$19.660	\$0.410	\$0.000
					\$1.783.600	\$118.280	\$1.662.660	\$6.760	\$0.000
CARPINTERIA DE DE PUERTAS Y VENTANAS									
	PUERTA DE MADERA MDF + CERRADURA 0.70 X 2.10	U	4.000	\$166.340	\$665.360	\$39.640	\$623.720	\$2.000	\$0.000
	PUERTA DE MADERA MDF + CERRADURA 0.80 X 2.10	U	3.000	\$189.340	\$568.020	\$29.730	\$478.790	\$1.500	\$0.000
	PUERTA DE MADERA MDF + CERRADURA 0.90 X 2.10	U	1.000	\$177.340	\$177.340	\$14.870	\$161.930	\$0.740	\$0.000
	VENTANA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6MM CORREDIZA	M2	16.700	\$72.360	\$1.208.412	\$177.855	\$1.021.706	\$8.851	\$0.000
	MAMPARA DE ALUMINIO Y VIDRIO DE 8MM	M2	20.600	\$81.060	\$1.669.836	\$229.484	\$1.428.816	\$11.536	\$0.000
					\$4,229.168	\$491.679	\$3,712.962	\$24.627	\$0.000
ACABADOS DE PISOS									
	PORCELANATO EN PISOS	M2	66.900	\$24.390	\$1.631.691	\$373.302	\$1.160.715	\$97.674	\$0.000
	PISO MADERA FLOTANTE	M2	63.000	\$23.000	\$1,449.000	\$0.000	\$1,449.000	\$0.000	\$0.000
					\$3,080.691	\$373.302	\$2,609.715	\$97.674	\$0.000
PROYECTO DE JARDINERIA									
	CESPED MANI FORRAJERO	M2	40.000	\$8.640	\$345.600	\$240.000	\$93.600	\$12.000	\$0.000
					\$345.600	\$240.000	\$93.600	\$12.000	\$0.000
LIMPIEZA Y DESALOJOS									
	DESALOJO A MAQUINA CON EQUIPO: EXCAVADORA DE ORUGAS Y VOLQUETA	M3	21.000	\$18.940	\$397.740	\$23.310	\$0.000	\$374.430	\$0.000
					\$397.740	\$23.310	\$0.000	\$374.430	\$0.000
					\$36,491.663	\$9,988.731	\$25,235.000	\$1,187.356	\$80.475