



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
**INDOAMÉRICA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y ARTES  
APLICADAS  
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**TEMA:**

---

**LA PREFABRICACIÓN CONSTRUCTIVA DE UN  
PROTOTIPO SIMULADO DE VIVIENDA DE  
INTERÉS SOCIAL.**

---

Trabajo de titulación previo la obtención del Título de  
Arquitecto Urbanista

**Autor:**

Christian José Flores Meneses

**Asesor:**

Arq. Fausto Ulloa Guevara

AMBATO – ECUADOR  
2017

## **CERTIFICACIÓN**

En mi calidad de Asesor del Trabajo de Titulación: “LA PREFABRICACIÓN CONSTRUCTIVA DE UN PROTOTIPO SIMULADO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL” presentado por el ciudadano Christian José Flores Meneses para optar por el título de Arquitecto Urbanista, CERTIFICO, que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Ambato, 03 de Enero del 2017.

---

Arq. Fausto Ulloa Guevara

**ASESOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

El abajo firmante, declara que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Arquitecto Urbanista, son absolutamente originales, auténticos, personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 03 de Enero del 2017.

---

Christian José Flores Meneses

180489797-1

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Christian José Flores Meneses, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre: “LA PREFABRICACIÓN CONSTRUCTIVA DE UN PROTOTIPO SIMULADO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL”, como requisito para optar al grado de Arquitecto Urbanista y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los tres días del mes de enero del 2017, firmo conforme:

Autor: Christian José Flores Meneses

Firma:

Número de Cédula: 180489797-1

Dirección: Panamericana sur km. 11 vía a Riobamba, entrada a Cevallos.

Correo Electrónico: christian-flores1993@hotmail.com

Teléfono: 0987333174

**EL TRIBUNAL DE GRADO CERTIFICA QUE:**

Luego de analizar el Trabajo de Titulación: “LA PREFABRICACIÓN CONSTRUCTIVA DE UN PROTOTIPO SIMULADO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL” del estudiante CHRISTIAN JOSÉ FLORES MENESES, de la Carrera de Arquitectura, se ha determinado que el presente Trabajo de Titulación reúne todos los requisitos de fondo y de forma para que el señor estudiante pueda presentarse a la defensa respectiva el momento que el consejo directivo lo disponga.

Ambato, Febrero del 2017.

.....  
Arq. M. Sc. Nelson Veintimilla

.....  
Lcda. Mg. Nancy Jordán

.....  
Ing. M. Sc. Luis Fernández

## **DEDICATORIA**

El trabajo de fin de carrera está dedicado a mis padres y hermanos, que me enseñaron sus experiencias y lecciones:

Bertha, mi madre porque es la persona que ha guiado mi vida, con amor, tolerancia, dedicación, y sobre todo con el apoyo que toda persona necesita para decirme que una caída no es derrota y seguir adelante.

José, mi padre; que desde el cielo vigila mis pasos para seguir adelante, fue un pilar fundamental en mi vida enseñándome muchas lecciones y experiencias.

Marco y Leonardo, mis hermanos que con su apoyo he logrado concretar una de mis metas, gracias por tantos años de sacrificio y de paciencia.

## **AGRADECIMIENTO**

Arq. Fausto Ulloa, quien me ayudado en el desarrollo de la tesis, compartiendo su tiempo y experiencia a lo largo de su carrera, ofreciéndome un apoyo incondicional.

Mis más sinceros agradecimientos a las personas que me ayudaron a lo largo de este trabajo con su tiempo y esfuerzo.

Arq. María Mercedes Rueda

Lic. Giovanna Núñez

Mi agradecimiento especial a la Facultad de Arquitectura y Artes Aplicadas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, por permitirme estudiar y conocer docentes, amigos y personas valiosas, a lo largo de mi carrera.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y ARTES APLICADAS**  
**CARRERA DE ARQUITECTURA**

**“LA PREFABRICACIÓN CONSTRUCTIVA DE UN PROTOTIPO  
SIMULADO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL”**

Autor: Christian José Flores Meneses

Director: Arq. Fausto Ulloa Guevara

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo mejorar la situación habitacional de las personas de escasos recursos, conociendo su realidad espacial en la que se desenvuelven cotidianamente, con el diseño arquitectónico de una vivienda de interés social con materiales y elementos prefabricados. Con el trabajo se pretende desarrollar una investigación de los sistemas de prefabricación, conceptualizado las características, beneficios y ventajas de la aplicación de la tecnología de los prefabricados en la vivienda de interés social, siendo una forma rápida de construcción de edificaciones, brindando estabilidad y seguridad a las personas que lo habitaran.

La vivienda de interés social se realizará con elementos prefabricados de hormigón celular; al ser un hormigón liviano de fácil transporte que tiene las características principales de la madera y el hormigón tradicional. Los elementos prefabricados se utilizarán como muros portantes y mampostería, obteniendo con la prefabricación el ahorro de tiempo y la optimización de materiales en la construcción, cumpliendo una adecuada relación costo - beneficio. Planteando la construcción de una vivienda de interés social en dos partes, la primer en obra húmeda (cimentación) y la segunda en obra seca (toda la edificación).

**DESCRIPTORES:** vivienda interés social, prefabricación, déficit habitacional, diseño arquitectónico, hormigón celular.



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y ARTES APLICADAS**  
**ESCUELA DE ARQUITECTURA**

**THE CONSTRUCTIVE PREFABRICATION OF A SIMULATED  
PROTOTYPE OF SOCIAL INTEREST HOUSING**

Author: Christian José Flores Meneses

Directed by: Arq. Fausto Ulloa Guevara

**ABSTRACT**

The present titling work aims to improve the housing situation of the poor people, knowing their spatial reality in which they operate daily, with the architectonic design of a social interest housing with prefabricated materials and elements. The work intends to develop a research of prefabrication systems, conceptualized the characteristics, benefits and advantages of the application of prefabricated technology of social interest housing, being a fast form of buildings construction, providing stability and security to the people who inhabit it.

The social interest housing will be realized with prefabricated elements of cellular concrete; being a lightweight concrete of easy transport that has the main characteristics of wood and traditional concrete. The prefabricated elements will be used as bearing walls and masonry, the prefabrication will help to save time and materials optimization in the construction, fulfilling an adequate cost - benefit relation. Planning the construction of a social interest housing in two parts, the first one in wet works (foundation) and the second one in dry works (the whole building).

**KEYWORDS:** Social interest Housing, prefabrication, housing deficit, architectonic design, cellular concrete.

## CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	III
AUTORIZACIÓN PARA USO Y REPRODUCCIÓN.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
RESUMEN EJECUTIVO .....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN .....	XIX
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
TEMA.....	1
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
Contextualización .....	2
Árbol del problema .....	4
Análisis crítico .....	5
Prognosis.....	5
Formulación del problema.....	6
Interrogantes .....	6
Delimitación del objetivo de estudio .....	6
JUSTIFICACIÓN.....	6
OBJETIVOS.....	7
Objetivo general:.....	7
Objetivos específicos: .....	7

<b>CAPITULO II .....</b>	<b>8</b>
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA CIENTÍFICA.....	11
Red de inclusión conceptual .....	11
Arquitectura .....	11
Sistemas constructivos.....	12
Sistemas de prefabricación .....	14
Prefabricación constructiva.....	17
La prefabricación .....	18
Ventajas y desventajas de la prefabricación .....	23
Vivienda.....	24
Análisis de la vivienda social.....	29
Programa de la vivienda de interés social.....	35
Buen vivir .....	36
FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	37
SEÑALAMIENTO DE VARIABLES .....	37
Variable independiente .....	37
Variable dependiente .....	37
HIPÓTESIS .....	37
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>38</b>
ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
MODALIDADES BÁSICAS DE INVESTIGACIÓN .....	38
De Campo .....	38
Bibliográfica y Documental.....	38
NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	39
Exploratorio .....	39

Descriptivo.....	39
POBLACIÓN Y MUESTRA .....	39
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	41
Matriz de operacionalización:.....	41
TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	43
Entrevista .....	43
Encuesta.....	43
La observación.....	43
PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	43
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>45</b>
ENCUESTA .....	45
ENTREVISTAS .....	54
FICHA DE OBSERVACIÓN .....	57
VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS .....	69
Hipótesis alternativa .....	69
Hipótesis Nula.....	69
Señalamiento de variables .....	69
Descripción de la población.....	69
ANÁLISIS DE HIPÓTESIS A TRAVÉS DEL ESTIMADOR ESTADÍSTICO	
CHI CUADRADO .....	70
Especificación de las regiones de aceptación y rechazo.....	72
Decisión .....	73
Tomando la tabla de distribución del Chi – Cuadrado .....	73
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>74</b>
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES .....	74

<b>CAPÍTULO VI</b> .....	<b>75</b>
DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	75
JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA .....	78
OBJETIVO DE LA PROPUESTA .....	79
Objetivo general.....	79
Objetivos específicos .....	79
DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	80
Análisis urbano .....	80
Accesibilidad .....	81
Clima.....	82
Imagen urbana.....	85
Análisis del sitio.....	85
CONCEPTUALIZACIÓN – PARTIDO ARQUITECTÓNICO .....	85
MATERIAL PARA LA PREFABRICACIÓN .....	89
Hormigón celular .....	89
Métodos para formar hormigón celular. ....	92
Tipos de hormigón celular .....	93
Propiedades del hormigón celular.....	94
Aplicación del hormigón celular .....	97
Producción del hormigón celular .....	97
Prefabricados .....	98
Colocado en sitio .....	100
Propiedades físicas del hormigón celular .....	101
Proceso de producción.....	103
Productos del hormigón celular.....	105
Ventajas del hormigón celular en el hábitat y la construcción. ....	113

Ejemplo de aplicación del hormigón celular .....	115
ASPECTO FUNCIONAL .....	118
Zonificación .....	118
Relaciones funcionales .....	119
Organigrama funcional .....	119
Programación de áreas .....	120
ASPECTOS FORMALES .....	121
Estructura .....	121
PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL. .....	123
Elementos prefabricados .....	129
PRESUPUESTO REFERENCIAL .....	130
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	135

## **CONTENIDO GRÁFICOS**

Gráfico 1: Red de inclusión conceptual .....	11
Gráfico 2: Principios fundamentales .....	12
Gráfico 3: Tenencia de vivienda del Ecuador .....	26
Gráfico 4: Número de personas por hogar .....	27
Gráfico 5: Material de construcción.....	28
Gráfico 6: Déficit de vivienda en el Ecuador.....	29
Gráfico 7: Déficit de vivienda nueva. ....	30
Gráfico 8: Reducción del hacinamiento.....	30
Gráfico 9: Distribución de la carencia de vivienda (2010). ....	31
Gráfico 10: Plano original supermanzana.....	31
Gráfico 11: Plano conjunto habitacional Solanda.....	32
Gráfico 12: Súper manzanas conjunto habitacional Solanda.....	32
Gráfico 13: Patio interior conjunto habitacional Solanda .....	33
Gráfico 14: Casa tipo .....	33

Gráfico 15: Corredores exteriores originales. ....	33
Gráfico 16: Fotografía estado actual. ....	34
Gráfico 17: Fotografía estado actual. ....	34
Gráfico 18: Vivienda actual del conjunto habitacional Solanda.....	34
Gráfico 19: Crecimiento del conjunto habitacional Solanda .....	35
Gráfico 20: Encuesta pregunta 1 .....	45
Gráfico 21: Encuesta pregunta 2 .....	46
Gráfico 22: Encuesta pregunta 3 .....	47
Gráfico 23: Encuesta pregunta 4 .....	48
Gráfico 24: Encuesta pregunta 5 .....	49
Gráfico 25: Encuesta pregunta 6 .....	50
Gráfico 26: Encuesta pregunta 7 .....	51
Gráfico 27: Encuesta pregunta 8 .....	52
Gráfico 28: Encuesta pregunta 9 .....	53
Gráfico 29: Tabla de Observación .....	67
Gráfico 30: Tabla de Observación .....	67
Gráfico 31: Tabla de Observación .....	67
Gráfico 32: Tabla de Observación .....	68
Gráfico 33: Tabla de Observación .....	68
Gráfico 34: Verificación de hipótesis .....	72
Gráfico 35: Ubicación .....	75
Gráfico 36: Ubicación terreno.....	76
Gráfico 37: Clasificación del suelo .....	81
Gráfico 38: Clima de Ambato .....	83
Gráfico 39: Clima de Ambato .....	83
Gráfico 40: Humedad relativa.....	83
Gráfico 41: Distribución de la dirección del viento .....	84
Gráfico 42: Partido Arquitectónico.....	86
Gráfico 43: Partido Arquitectónico.....	86
Gráfico 44: Partido Arquitectónico.....	86
Gráfico 45: Partido Arquitectónico.....	87
Gráfico 46: Partido Arquitectónico.....	87

Gráfico 47: Partido Arquitectónico.....	88
Gráfico 48: Mesa basculante.....	99
Gráfico 49: Proceso de producción con acero.....	104
Gráfico 50: Dimensiones del bloque de hormigón celular.....	105
Gráfico 51: Dimensiones del bloque especial de hormigón celular.....	105
Gráfico 52: Dimensiones panel de losa de hormigón celular. ....	106
Gráfico 53: Dimensiones peldaño de losa hormigón celular. ....	106
Gráfico 54: Dimensiones del dintel de hormigón celular .....	107
Gráfico 55: Dimensiones dintel en U de hormigón celular.....	107
Gráfico 56: Dimensiones dintel en L de hormigón celular. ....	108
Gráfico 57: Dimensiones del panel de muro de hormigón celular.....	108
Gráfico 58: Dimensiones del peldaño de escalera de hormigón celular .....	109
Gráfico 59: Dimensiones muro portante esquinero hormigón celular. ....	110
Gráfico 60: Dimensiones muro portante lateral hormigón celular.....	110
Gráfico 61: Dimensiones muro portante ventana de hormigón celular. ....	110
Gráfico 62: Dimensiones del bloque liviano de hormigón celular .....	111
Gráfico 63: Dimensiones del bloque en "U" .....	111
Gráfico 64: Dimensiones dintel en "U" .....	112
Gráfico 65: Dimensiones zuncho vertical .....	112
Gráfico 66: Vivienda de Chihuahua, México .....	115
Gráfico 67: Revestimiento de la vivienda de Chihuahua, México.....	115
Gráfico 68: Construcción de 7000 viviendas en Chihuahua México.....	116
Gráfico 69: Paredes interiores de las 7000 viviendas de Chihuahua México. ....	116
Gráfico 70: Edificios de usos múltiples .....	117
Gráfico 71: Nave industrial Reynoso, en México.....	117
Gráfico 72: Zonificación del proyecto .....	118

## **CONTENIDO TABLA**

Tabla 1: Cambios de enfoque de lo artesanal a la industria.....	20
Tabla 2: Tenencia de vivienda del Ecuador .....	26
Tabla 3: Número de personas por hogar .....	27
Tabla 4: Materiales de construcción .....	28
Tabla 5: Observación de viviendas .....	35



Tabla 6: Población y muestra .....	39
Tabla 7: Variable independiente: Prefabricación .....	41
Tabla 8: Variable dependiente: Prototipo de vivienda de interés social .....	42
Tabla 9: Preguntas y explicación .....	44
Tabla 10: Encuesta pregunta 1 .....	45
Tabla 11: Encuesta pregunta 2 .....	46
Tabla 12: Encuesta pregunta 3 .....	47
Tabla 13: Encuesta pregunta 4 .....	48
Tabla 14: Encuesta pregunta 5 .....	49
Tabla 15: Encuesta pregunta 6 .....	50
Tabla 16: Encuesta pregunta 7 .....	51
Tabla 17: Encuesta pregunta 8 .....	52
Tabla 18: Encuesta pregunta 9 .....	53
Tabla 19: Observados pregunta 8 y 9.....	70
Tabla 20: Esperados pregunta 8 y 9 .....	71
Tabla 21: Tabla de Chi-cuadrado .....	71
Tabla 22: Valores de x distribución Ji-cuadrado.....	73
Tabla 23: Intensidad y resistencia del fuego. ....	95
Tabla 24: Aislamiento acústico.....	96
Tabla 25: Resistencia a compresión, sin aditivos ni agregados y secado a horno .....	101
Tabla 26: Resistencia en estado plástico a la compresión.....	102
Tabla 27: Resistencia del hormigón celular en t/ml en muros portantes .....	109
Tabla 28: Programación arquitectónica .....	120

## **CONTENIDO CUADROS**

Cuadro 1: Sistemas constructivos .....	13
Cuadro 2: Sistemas prefabricados .....	15
Cuadro 3: Tipos de vivienda .....	25
Cuadro 4: Hormigón celular.....	90
Cuadro 5: Proceso de producción .....	104
Cuadro 6: Relaciones funcionales .....	119

Cuadro 7: Organigrama funcional.....	119
Cuadro 8: Proceso constructivo. ....	123
Cuadro 9: Elementos prefabricados de hormigón celular. ....	129

## **CONTENIDO ANEXO**

Anexo 1: Análisis de lugares de emplazamiento .....	77
Anexo 2: Análisis de uso del suelo .....	80
Anexo 3: Análisis de accesibilidad .....	82
Anexo 4: Análisis de clima, imagen urbana y sitio.....	84

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación previo al diseño de un prototipo de vivienda de interés social con sistema prefabricado, está enfocado en aportar elementos que caractericen la utilización de materiales no convencionales (hormigón celular) en la construcción, para así generar sistemas constructivos que empleando una adecuada relación costo beneficio, permitan generar soluciones de vivienda de interés social para el Ecuador.

El fenómeno de la vivienda de interés social surge como intento de contrarrestar el déficit cuantitativo de vivienda presente en la mayoría de países latinoamericanos, por parte de los respectivos gobiernos. Existiendo en el Ecuador un déficit aculado de 692.216 unidades habitacionales según los datos obtenidos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), asumiendo la necesidad de mejorar los proyectos habitacionales destinados a personas de escasos recursos y la oportunidad de ofrecerles un diseño arquitectónico de calidad, brindando a las familias ecuatorianas seguridad sismoresistentes ha eventos naturales. Ya que los gobiernos de turno en su afán de reducir el déficit habitacional ha creado políticas habitacionales generando proyectos arquitectónicos y programas de financiamiento.

Este problema requiere de soluciones industrializadas y autosuficientes, las cuales deben generar respeto y conciencia del entorno natural y cultural determinado, procurando no alterar ni forzar dichas condiciones para obtener un óptimo funcionamiento de la respuesta dada.

Realizando el diseño arquitectónico de una vivienda de interés social con elementos prefabricados en hormigón celular, la vivienda prefabricada será construida a partir de módulos estandarizados y de fácil transporte a la obra, donde el montaje será de forma manual con un máximo de tres personas, logrando optimizar el tiempo de la construcción de la vivienda. El resultado del este trabajo de fin de carrera apunta no solo a responder a una necesidad de techo, sino generar espacios de calidad que permitan a los usuarios desarrollar un sentido de pertenencia

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **TEMA**

Habiendo observado los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) y estableciendo que existe un gran déficit habitacional en el Ecuador para las personas de escasos recursos, y la mayoría de estas viviendas son construidas sin la ayuda de un profesional en la construcción de forma dispersa y desordenada. Se implementa el siguiente tema de investigación:

**“La prefabricación constructiva de un prototipo simulado de vivienda de interés social.”**

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Ordenamiento Territorial.- Considerando que el estado adoptado una determinada organización política y administrativa, esta línea de investigación se orienta a profundizar el análisis de la ocupación física del territorio. Este análisis se enfoca en las tendencias económicas, sociales, políticas, culturales, locales, así como los impactos de las políticas públicas en las actividades humanas y en la naturaleza.

Siendo el ordenamiento territorial un instrumento fundamental para el desarrollo, las investigaciones dentro de esta línea podrían analizar la idoneidad de propuestas existentes, proponer nuevos planes o modificar planes existentes. Cabe considerar que el ordenamiento territorial es también un proceso político que involucra toma de decisiones, actores sociales, económicos, técnicos para ocupación ordenada y uso sostenible del territorio.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **Contextualización**

La necesidad de protección y formación de hábitat en las distintas zonas que componen el territorio ecuatoriano, tanto en la escala rural como urbana, está determinado por factores sociales, naturales y culturales. En donde existe una gran problemática que es el déficit habitación que se entiende en términos cuantitativos, considerando el déficit cualitativo, y por la observación de la calidad de vida de los habitantes.

*“El déficit de vivienda en América Latina, según la CEPAL<sup>1</sup>, supera la cantidad de 25 millones de viviendas. Solventar esta carencia requiere no menos de 125 mil millones de dólares. Si extrapolamos esta información para el caso ecuatoriano, se necesita más de 6 mil millones de dólares para satisfacer el déficit acumulado de un millón doscientos mil unidades habitacionales.”* (Carrión, 2003)

Según los datos obtenidos el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), el déficit habitación en el 2010 era de 692.216 unidades habitacionales con relación al año 2006 que era de 756.806 unidades habitacionales, aunque existe una reducción del 9% la carencia de vivienda sigue siendo alto, teniendo en cuenta que el 80% de las unidades habitacionales faltantes en relación al año 2010, corresponde a las familias de ingresos económicos bajos, presentando mayor dificultad en conseguir una vivienda digna.

La vivienda en el Ecuador al igual que en otros países en vías al desarrollo, se ha convertido en unos de los problemas más complejos y sociales, determinando que las personas en su afán de conseguir una vivienda propia, han realizado invasiones territoriales en propiedades públicas y privadas, careciendo de todos los servicios básicos, hacinamiento y encontrándose en condiciones precarias, convirtiéndose en lugares inseguros e inadecuados para la construcción. Esta respuesta que realizan las personas de escasos recursos, es discriminado por la sociedad, siendo afectado este grupo de población por los traficantes de tierras sufriendo estafas.

---

<sup>1</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Las construcciones que realizan las personas de bajos recursos en mucho de los casos son informales, dando una respuesta basada en sus alcances económicos y en sus habilidades para la construcción.

Como afirma Vallejo Salazar, el Ecuador en su afán de reducir el déficit habitacional, cada gobierno de turno ha creado políticas de vivienda para personas de escasos recursos, generando proyectos y programas, que en mucho de los casos ha sido un tipo de vivienda que se ha repetido por todo el territorio ecuatoriano, sin saber si el proyecto habitacional es el adecuado para la sociedad, cultura y ubicación geográfica. Uno de los problemas del déficit de vivienda que existe en el Ecuador es la falta de continuidad de las políticas gubernamentales. Habiendo existido tres políticas de vivienda social.

La primera en los años veinte con programas o proyectos residenciales apoyados desde un mundo municipal y por dar una seguridad social, para el desarrollo de sus habitantes. La segunda aparece en los años sesenta estando por toda Latinoamérica, con un programa que era Alianza para el Progreso, realizado por un financiamiento público y privado, con intervención directa del Estado creando la Junta Nacional de Vivienda.

Tendiendo a cambiar a partir de los años noventa, donde el Estado deja de ser constructor inmobiliario para pasar hacer un ente regulador. A partir de esto se crea instituciones para que se pueda distribuir los recursos, y el financiamiento de la vivienda a través de tres aspectos, subsidio cruzado, créditos del sector privado y por último el usuario aporta con su dinero ahorrado.

En la actual administración con el eslogan de la “Revolución Ciudadana”, reconoce que toda persona tiene derecho a una vivienda digna, servicios básicos y a tener una mejor calidad de vida, consagrándolo en *“la Constitución de Montecristi, el Plan del Buen Vivir y las políticas gubernamentales le otorgan una alta prioridad a la construcción de la vivienda de interés social, intentando dar una solución al problema del déficit habitacional.”* (APIVE, 2013)

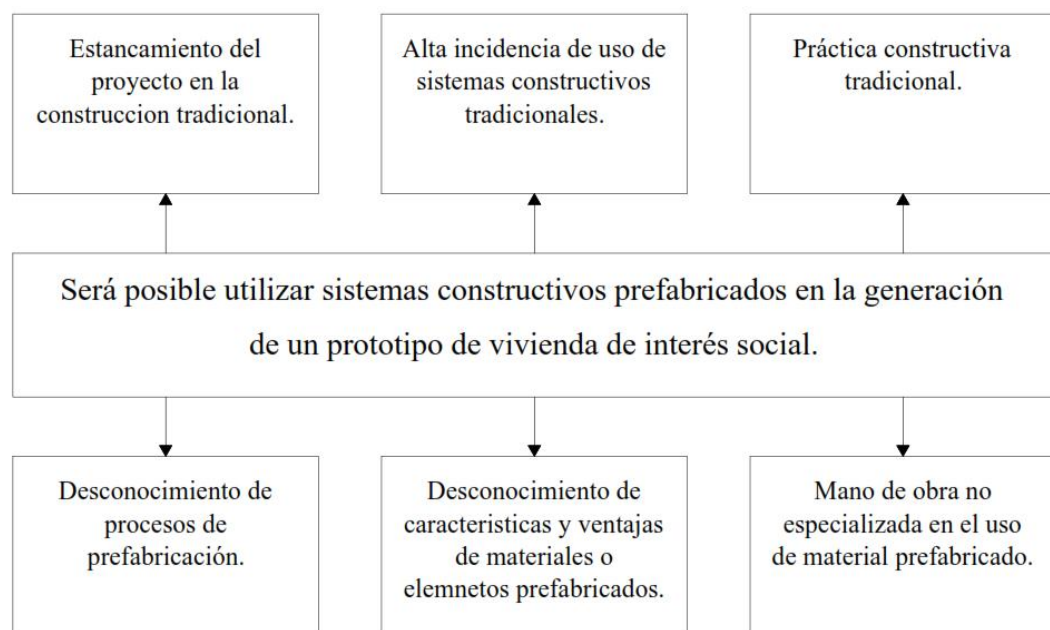
El actual gobierno con la misión de reducir el déficit habitación, realiza un decreto ejecutivo No. 110 del 13 de febrero del 2007, en el cual duplica el bono de

la vivienda urbana a 3600 dólares y establece un subsidio de 1500 dólares para el mejoramiento de la vivienda.

Las políticas de vivienda de interés social en el Ecuador no ha tenido resultado, porque está enfocado a la población que pueda pagar su vivienda y no para las personas de escasos recursos, por el simple hecho que no tiene un empleo estable y seguro, sin mostrar ingresos para poder adquirir el financiamiento de la vivienda. Además se debe tomar en cuenta que una solución para la vivienda en nuestro país puede ser la aplicación de nuevas tecnologías como la prefabricación. Ya que *“este problema requiere de soluciones industrializadas y autosuficientes, las cuales deben generar respeto y conciencia del entorno natural y cultural determinado, procurando no alterar ni forzar dichas condiciones para obtener un óptimo funcionamiento de la respuesta dada.”* (Pérez Marín, 2005)

Esta solución de la vivienda debe estar de acuerdo al contexto y a la realidad de cada sociedad, para no afectar sus condiciones culturales y sociales. Cabe destacar que la construcción prefabricada de interés social inició en Europa, donde se buscaba construir de calidad, rápido y de bajo costo.

### Árbol del problema



## **Análisis crítico**

La prefabricación de la vivienda en nuestro ámbito social y cultural, no tiene una contextualización clara sobre sus características y ventajas que nos ofrece los materiales o elementos prefabricados, causando que la mayoría de construcciones que existe actualmente, tengan sistemas constructivos tradicionales empleando el bloque y hormigón, una de las principales razones para que se construya con sistemas constructivos tradicionales es la utilización de la mano de obra no especializada.

La utilización de los sistemas constructivos tradicionales es una de las causas por las cuales existe un gran déficit habitacional para las personas de escasos recursos, ya que el tiempo de construcción de una vivienda se tarda más que con la aplicación de nuevas tecnologías. Estableciendo que se debería aplicar nuevas tecnologías como la prefabricación y la utilización de nuevos materiales para realizar viviendas de interés social, a partir de una adecuada relación costo beneficio y en un corto plazo en la construcción de la vivienda.

## **Prognosis**

Si persiste el alto índice de construcciones tradicionales sin la ayuda de un técnico en la construcción (arquitecto e ingeniero), no usando sistemas constructivos con tecnologías y materiales nuevos, siendo un país con alta sismicidad; siempre tendremos que lamentar pérdidas materiales en los sistemas constructivos y vidas humanas valiosas.

Si el profesional de la construcción (arquitecto e ingeniero) no cumple con la responsabilidad de difundir y emplear sistemas constructivos con tecnologías y materiales nuevos como los prefabricados, persistirá el alto desperdicio de tiempo y costo en la construcción de edificaciones. Si no existe una regulación en el emplazamiento de las viviendas y se sigue construyendo de forma dispersa, la expansión del territorio de las ciudades tanto en lo urbano y rural seguirá manteniendo un caos y no se podrá cubrir todas las necesidades básicas de equipamientos y redes, que necesitan los ciudadanos para vivir dignamente.



## **Formulación del problema**

¿Será posible utilizar sistemas constructivos prefabricados en la generación de un prototipo de vivienda de interés social?

## **Interrogantes**

¿Qué sistemas constructivos prefabricados se puede utilizar para la vivienda de interés social?

¿La vivienda de interés social cubre el déficit habitacional y satisface las necesidades de los usuarios?

¿Se podrá diseñar e implantar un prototipo de vivienda de interés social con sistemas constructivos prefabricados?

## **Delimitación del objetivo de estudio**

**Campo:** Arquitectura y Urbanismo

**Área:** Diseño Arquitectónico

**Aspecto:** Prefabricación y Prototipo de Vivienda de Interés Social.

**Delimitación espacial:** Huachi Grande – Pishilata, parroquias rurales de la ciudad de Ambato.

**Delimitación temporal:** 2014-2016.

## **JUSTIFICACIÓN**

El trabajo de investigación está enfocado en generar una conceptualización clara de las características, beneficios y ventajas de la prefabricación en la vivienda, como una opción para cubrir el gran déficit habitación que existe en el Ecuador. Cubriendo la realidad concreta y particular del lugar de emplazamiento.

La utilización de la prefabricación en la construcción, nos ayudará a reducir el déficit habitacional que existe, ya que es una forma rápida de construir viviendas de calidad haciendo una adecuada relación costo - beneficio. Las viviendas construidas con esta tecnología de la prefabricación, brinda estabilidad y seguridad para ser habitadas por las personas.

Las principales características de la vivienda prefabricada, es el ahorro de tiempo y dinero en la construcción (utilizando menor personal en la obra y un menor tiempo en la construcción), generando los materiales industrialmente para tener menos desperdicios en obra, con métodos de ensamblaje a través de módulos estandarizados y siendo de fácil colocación.

Esto nos ayuda a tener una correcta planeación financiera y una adecuada organización de las actividades en obra, teniendo velocidad y eficiencia en el trabajo, generando acabados y terminados perfectos de la vivienda y sin desperdicios de materiales.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

Implementar elementos de prefabricación en la generación de un prototipo de vivienda de interés social.

### **Objetivos específicos:**

Identificar los sistemas constructivos prefabricados que se puede utilizar para la vivienda de interés social.

Establecer el déficit habitacional y la satisfacción de necesidades en base a las viviendas actuales de interés social.

Plantear una alternativa de solución al déficit habitacional a través de un prototipo de vivienda de interés social con sistemas constructivos prefabricados.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

#### ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Iniciando la investigación sobre la prefabricación constructiva de un prototipo simulado de vivienda de interés social, se ha revisado diferentes trabajos relacionados y similares al tema de investigación.

Tema: “*Sistemas constructivos prefabricados aplicables a la construcción de edificaciones en países en desarrollo.*” (Novas Cabrera, 2010).

Descripción: “*La prefabricación es el único modo industrial de acelerar masivamente la construcción de edificaciones, para poder resolver un problema acumulado desde hace algunos años, pero la producción de materiales alternativos y los sistemas de bajo costo, son una opción en nuestras construcciones, para el incremento del fondo de edificaciones destinadas a viviendas y oficinas en países en desarrollo.*” (Novas Cabrera, 2010)

Comentario: Este proyecto está enfocado en aportar elementos prefabricados para la infraestructura de las ciudades en desarrollo, con sistemas constructivos prefabricados, debido al aumento de la población y a la variación económica que existe en diferentes partes del mundo. Interviniendo la industria en la producción de elementos, a un costo bajo.

Tema: “*Prototipo de vivienda social sostenible, Diseño de una vivienda de interés social de clima frío para la ciudad de Cuenca.*” (Culcay Cantos & Maldonado Cardoso, 2016).

Descripción: “*El objetivo de la producción de vivienda de interés social es el de mejorar la situación habitacional de la población más vulnerable, esto incluye el conocer y trabajar con los asentamientos y las construcciones informales, que son la única opción de vivienda para las personas de escasos recursos económicos*”. (Culcay Cantos & Maldonado Cardoso, 2016)

Comentario: El trabajo trata de proporcionar un prototipo de vivienda, a las personas de escasos recursos que existe en la ciudad de Cuenca, ya que ellos habitan en construcciones informales y realizadas por sus propios medios. También la observación del comportamiento de los asentamientos humanos y porque de la ubicación en laderas, riveras y en zonas de alto riesgo.

Tema: *“Analizar la prefabricación y sus materiales para obtención de una vivienda de calidad a bajo costo y en menor tiempo.”* (Cueva Pérez, 2012)

Descripción: *“Básicamente con este trabajo se pretende desarrollar un esquema que defina las condiciones apropiadas para aplicar un sistema constructivo prefabricado, con materiales como paneles de concreto y estructura de acero, para producir en serie en base de medidas estandarizadas y modulares aplicadas a una vivienda, con la finalidad de lograr confort y economía en un tiempo relativamente corto.”* (Cueva Pérez, 2012)

Comentario: El trabajo de investigación realiza un esquema de la prefabricación y sus condiciones para aplicarlo, utilizando nuevos materiales producidos en serie a través de la industria donde son estandarizados y modulados para tener una aplicación fácil en la construcción de la vivienda de interés social.

*“Vinculados al tema social, se considera a la vivienda como una solución política habitacional sustentada en una concepción integral del alto déficit habitacional, siendo su principal impulsador el Estado dirigiéndolo a las familias más pobres de la sociedad. Este déficit se presenta bajo dos criterios, el primero de tipo cuantitativo, que se refiere básicamente al número insuficiente de viviendas respecto a la demanda de la población y el tipo cualitativo, que se refiere a la calidad de la vivienda y su entorno.”* (MIDUVI, 2013)

En concordancia con lo antes mencionado, cabe señalar que el estado tiene prioridad en resolver el déficit habitacional existente en el Ecuador, brindándoles proyecto habitacionales de calidad a las personas de escasos recursos. Estos proyectos deben tener todos los aspectos arquitectónicos y técnicos para la construcción de una vivienda. Asentados en lugares donde tengan y cumplan todos los requerimientos, como los servicios básicos y equipamientos urbanos.

*“La demanda habitacional y la situación económica son las principales razones por las cuales el Estado se ve en la necesidad de realizar programas integrales de VIS<sup>2</sup> por medio de subsidios, para resolver el bajo índice de casas para las familias de bajos recursos de sus localidades.” (Valarezo Prieto, 2014)*

Estando de acuerdo con Pérez y Novas investigadores que dicen, la solución de la vivienda para el Ecuador está en construir con elementos y sistemas prefabricados, permitiendo realizar mayor número de construcciones en un menor tiempo, a bajo costo y de calidad. Teniendo la misma durabilidad que la vivienda tradicional (vida útil de 50 años máximo).

De acuerdo a Valarezo Prieto investigador y en concordancia con él, los programas que está impulsando el Estado, como los proyectos integrales de vivienda de interés social, están siendo financiando por medio de subsidios para cubrir una parte y lo restante con fondos propios del beneficiario y con créditos a través de Bancos y Mutualistas, este financiamiento lo están haciendo para un largo plazo (15-20 años) dependiendo el ingreso económico de la familia, si tiene un trabajo estable.

Teniendo en cuenta que en la actualidad las obras tanto de arquitectura e ingeniería, dependen de otra concepción como la rapidez en la ejecución de la obra, donde ingresa la industria con materiales estandarizados, ya que *“la prefabricación fundamenta su desarrollo en los procesos de tipo industrial para asegurar las ventajas en sus productos finales que con otros métodos no es posible alcanzar como son bajo costo general y de mantenimiento, calidad en los acabados y una gran rapidez de construcción, todo lo cual permite una eficiente y pronta optimización del capital invertido.”* (Pérez Estañol & Ochoa, Abril, 2016)

---

<sup>2</sup> Vivienda de interés social (VIS)

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA CIENTÍFICA

### Red de inclusión conceptual

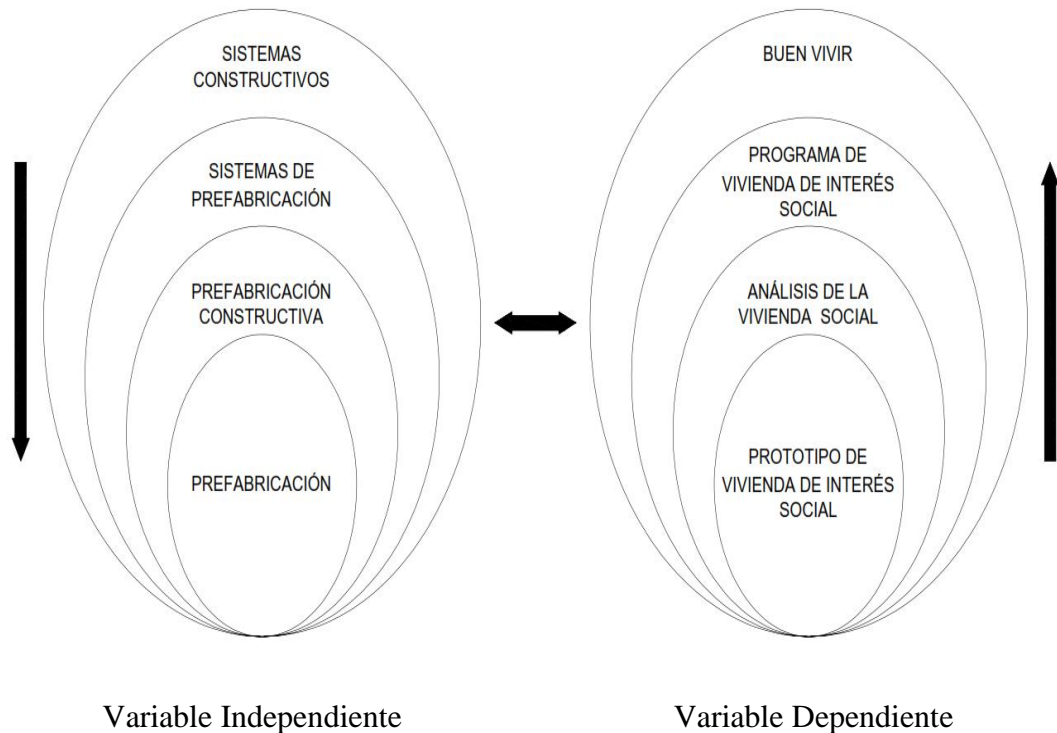


Gráfico 1: Red de inclusión conceptual  
Fuente: Elaboración propia

### Arquitectura

Cuando hablamos de arquitectura englobamos diferentes conceptos y definiciones, que son utilizados por los arquitectos en su vida diaria. Pudiendo definir a la arquitectura como un *“tratado espacial que estudia la organización del diseño y la construcción del habitat humano dentro de una realidad.”* (Camacho Cardona, 2007).

Revisando la teoría y conceptos de algunos arquitectos (Mies Van de Rohe, Le Corbusier, Frank Lloyd Wright), todos coinciden que la arquitectura es un arte, llegando a concluir que la arquitectura es el arte y la técnica de proyectar espacios y ambientes habitables para el ser humano, plasmándolo en el diseño de una construcción ya edificada. Transmitida a las personas a través de la forma, textura, color, iluminación y acústica, teniendo tres principios fundamentales:

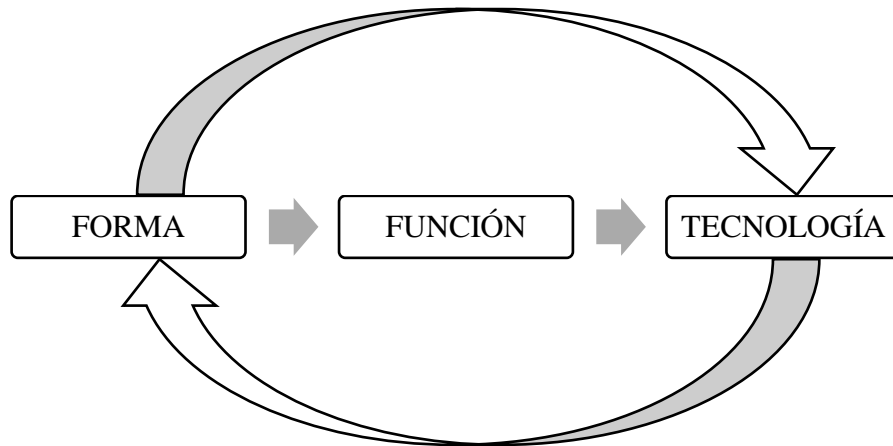


Gráfico 2: Principios fundamentales  
Fuente: Elaboración propia.

Además la arquitectura debe cubrir algunas necesidades del usuario y del proyecto arquitectónico. Estas necesidades según Rita Martínez investigadora son:

- *“Necesidad física*
- *Necesidad social*
- *Necesidad cultural*
- *Necesidad psicológica.”* (Macías Martínez , 2005)

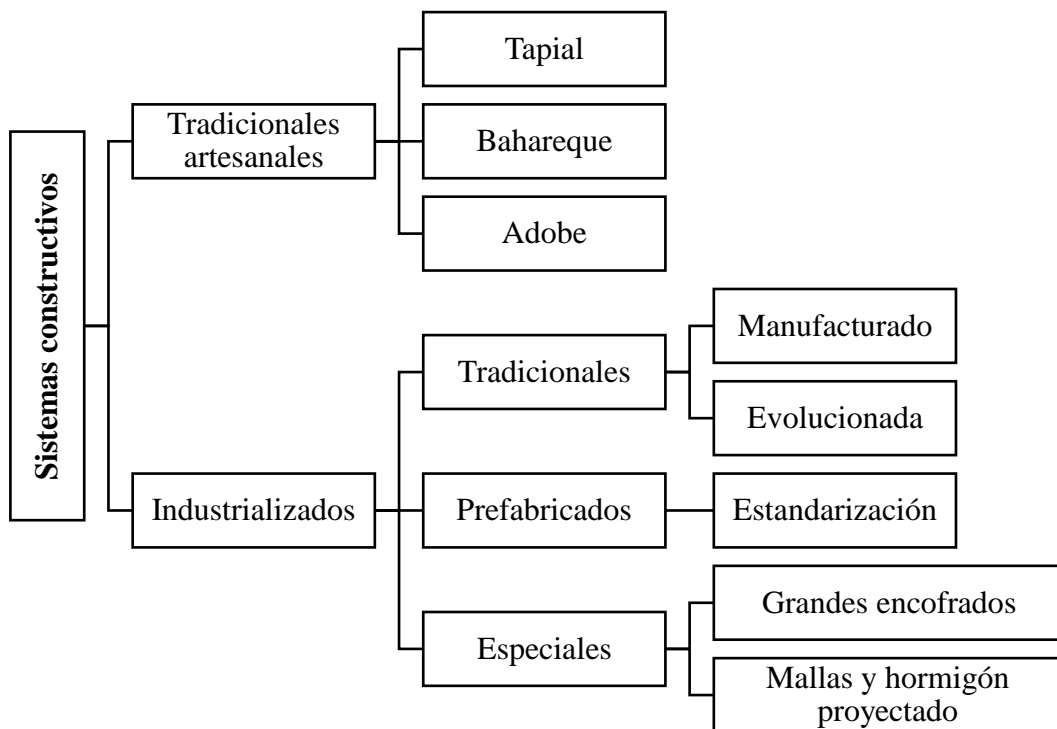
Estas necesidades se logran cubrir con un adecuado diseño arquitectónico, en el cual debe intervenir una solución que sea estratégica, lógica y con la intervención del arte. Al cubrir las necesidades antes mencionadas se puede decir que el proyecto arquitectónico está listo.

### **Sistemas constructivos**

Los sistemas constructivos son un conjunto de procedimientos y técnicas, donde se emplea materiales, herramientas y equipos para realizar la construcción de una edificación.

Estos sistemas constructivos pueden estar clasificados de acuerdo a su producción, los artesanales tradicionales realizados en obra como: el Tapial, bahareque y adobe. Los industrializados tradicionales, industrializados y especiales realizados y producidos en fábricas.

Clasificación:



Cuadro 1: Sistemas constructivos

Fuente: Tesis, Estudio de los diferentes sistemas constructivos al desarrollo de viviendas de interés social en Venezuela.

Nuestra investigación se enfocara en los sistemas constructivos tradicionales y prefabricados industrializados.

El sistema constructivo tradicional industrializado manufacturado consiste en la utilización de materiales como el bloque y el ladrillo, en el cual interviene la mano de obra no especializada para realizar la construcción con herramienta menor.

El sistema constructivo prefabricado es el que se realiza con la intervención de la industria, realizando componentes y subcomponentes estandarizados para la vivienda, de un rápido montaje en obra con equipo liviano y pesado (cargadora, tecla, entre otros), y la utilización de mano de obra calificada, con la ayuda de un técnico en la construcción.

El sistema constructivo especial es utilizado en la realización de superestructuras (edificios de gran tamaño, puentes), emplea mano de obra y transporte especializado, además requiere de equipos y maquinaria especial, para realizar el anclaje de la estructura.



## **Sistemas de prefabricación**

Los sistemas de los prefabricados han evolucionado con el tiempo, teniendo que adaptarse a cada época y lugar donde son utilizados. *“Esta tendencia fue optando por elementos cada vez más prácticos (principalmente livianos), dando inicio al desarrollo de sistemas prefabricados semipesados y livianos en los cuales se puede destacar la incorporación de componentes industrializados de tamaño medio, con las facilidades que ello conlleva en cuanto a traslado y montaje.”* (Novas Cabrera, 2010)

Estando de acuerdo con Novas Cabrea, los sistemas de los prefabricados se fueron desarrollando de una forma, flexible, moldeable y de fácil transporte hacia la obra. Utilizando la maquinaria y mano de obra indispensable logrando reducir los costos de construcción, teniendo una adecuada planificación y organización.

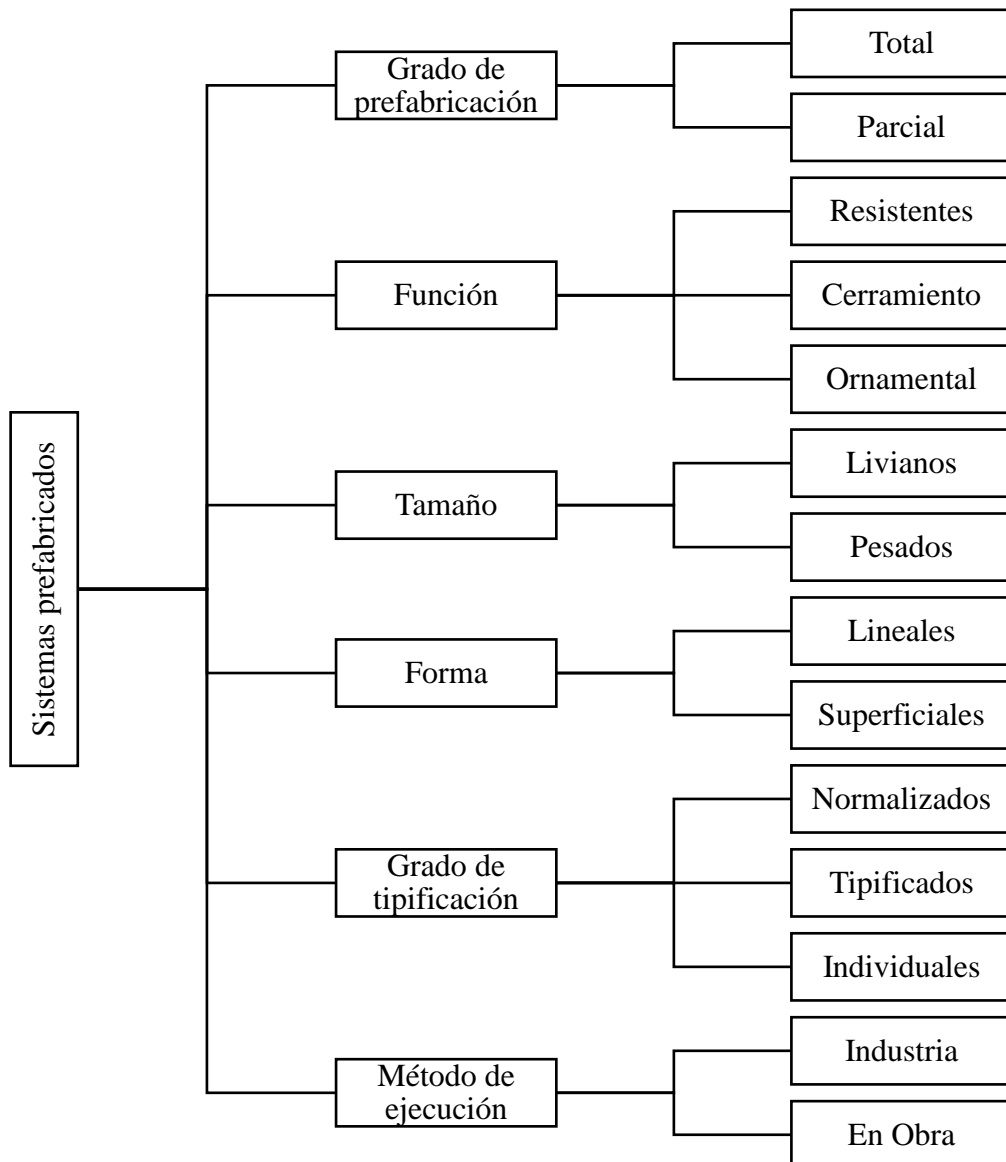
Existen tres principales sistemas de prefabricados que son, livianos (Abierto), semipesados (Semiabierto) y pesados (Cerrados). Para la construcción de las viviendas se utiliza los prefabricados livianos y semipesados, teniendo aplicaciones estructurales y de mampostería, con un montaje manual y de maquinaria liviana.

Los elementos prefabricados son producidos en fábricas y transportados hacia la obra, cada elemento prefabricado es estandarizado y producido de acuerdo a las especificaciones técnicas y a las características que el constructor o el diseñador requiera.

El montaje manual se realiza con la utilización del personal de la obra, con una máximo de cuatro a seis personas por elemento prefabricado, y el montaje con maquinaria como la cargadora, grúa, entre otros, es utilizado para elementos prefabricados de gran tamaño. Los elementos prefabricados de gran tamaño se utilizan estructuralmente (muros) y no estructuralmente (mampostería).

A diferencia del sistema prefabricado pesado, que se utiliza en superestructuras y en construcciones monumentales, utilizan medios de transporte y maquinaria especializada y mano de obra calificada.

## Clasificación de los sistemas de prefabricados



Cuadro 2: Sistemas prefabricados  
Fuente: Elaboración propia.

## Sistema de prefabricación en hormigón

*“El hormigón reforzado es el más popular y desarrollado entre los materiales de construcción, ya que aprovecha en forma muy eficiente las características de una buena resistencia a compresión, durabilidad, resistencia al fuego y maleabilidad del hormigón, junto con las de alta resistencia en tensión y ductilidad del acero, para formar un material compuesto que reúne muchas de las ventajas de ambos materiales componentes.” (Novas Cabrera, 2010)*

Siendo el hormigón el material más utilizado en nuestra época para la construcción, la industria ha aplicado la tecnología de los prefabricados al hormigón, brindando materiales resistentes con diferentes usos, tamaños y acabados.

La construcción de los prefabricados de hormigón, ha permitido establecer algunos parámetros para la vivienda como la durabilidad, estética, seguridad antisísmica y sistema de modulación. Demostrando que la vivienda prefabricada con hormigón brinda seguridad y calidad a todas las personas que lo habiten.

### **Sistema de prefabricación en acero**

La utilización de los prefabricados en acero se realiza en mayor porcentaje en edificios, teniendo poco incidencia en la vivienda, el motivo por el que no se utiliza en la vivienda es por el costo del acero y producción.

*“Las estructuras metálicas permiten que el edificio tenga mejores propiedades sismo resistente, puesto que son más flexibles frente a las tensiones. Además, pueden ser armadas en menor tiempo que las estructuras tradicionales, debido a que sus elementos o partes son fabricados previamente y sólo necesitan ser ensamblados en el sitio de obra.”* (Sepúlveda Lozano, 2010)

La prefabricación en acero comparado con otras edificaciones prefabricadas, se construye en menor tiempo. Por las grandes luces que permite el material en la estructura y la facilidad de montaje que se utiliza. Y en concordancia con el investigador Sepúlveda Lozano, las edificaciones que están construidos en acero son más flexibles frente a las tensiones, brindándole a la construcción mayores propiedades sismos resistentes.

### **Sistema de prefabricación en madera**

La madera se ha utilizado desde la antigüedad, en la construcción de viviendas, en la actualidad es de gran importancia para el uso industrial y tecnológico. En la actualidad la madera ha tenido un gran auge en la construcción, ya que es un material renovable, y con la industria se ha logrado producir maderas de calidad y en serie.

*“En países desarrollados como EEUU, Canadá, Japón, entre otros, la madera es el componente más utilizado para la construcción de viviendas, sin embargo, en la actualidad, los que más se utilizan en nuestro país son el hormigón armado y el metal.”* (Culcay Cantos & Maldonado Cardoso, 2016)

La madera como material prefabricado es muy importante, ya que permite la construcción de una vivienda tanto en la estructura como en los cerramientos verticales. Estando de acuerdo con Cantos y Maldonado investigadores, en Ecuador las construcciones son en su mayor parte en hormigón armado y metal.

### **Tecnología**

A continuación una definición breve de la tecnología, *“conocimientos que adaptan, transforman o crean procesos o productos físicos y sociales.”* (Recalde Rostán & Menéndez Presto, 2003). Influye con la producción de bienes y servicios.

La tecnología se aplica de acuerdo a la técnica y el conocimiento que tiene cada persona, utilizando mano de obra especializada y no especializada, dependiendo del lugar donde se realizará la implementación de la tecnología.

Con la aplicación de la tecnología, se busca mejorar los proyectos arquitectónicos, buscando reducir la utilización de recursos naturales y ocupar herramientas de fácil acceso. También se busca la producción a bajo costo, y que se aplique la mano de obra local.

En concordancia con Recalde y Menéndez, la tecnología para los prefabricados son industrializados, y se basa en la producción en serie de un elemento constructivo. Que será aplicado en la construcción con mano de obra no especializada y con la asesoría de un experto en la materia, utilizando herramienta liviana.

### **Prefabricación constructiva**

La prefabricación de los elementos para la construcción de las edificaciones se la realiza en fábricas, utilizando diferentes métodos para la producción de los componentes y subcomponentes estandarizados, realizando módulos livianos, pesados y ligeros para edificación. De acuerdo con Escrig Pérez y Novas Cabrera, existen cuatro métodos de producción de los elementos prefabricados.

*“Sistemas cerrados: Los elementos se fabrican conforme a especificaciones internas del propio sistema. Responden únicamente a reglas de compatibilidad interna y el proyecto arquitectónico ha de subordinarse en forma no necesariamente sumisa a los condicionantes del sistema.*

*Empleo parcial de componentes: La gama de productos y prestaciones es más o menos fija admitiéndose ciertas variaciones dimensionales o de pequeña entidad. Su empleo no requiere un grado de industrialización determinado de sus realizaciones y pueden utilizarse en obras o proyectos claramente tradicionales.*

*Sistemas tipo mecánico: son resultado de la evolución hacia una apertura “acotada” de los sistemas cerrados, preparados para combinarse en múltiples soluciones suministradas por distintos productores que respetan voluntariamente un lenguaje combinatorio definido y acotado.*

*Sistemas abiertos: constituidos por elementos o componentes de distinta procedencia aptos para ser colocados en diferentes tipos de obras, industrializadas o no, y en contextos diversos. Suelen valerse de juntas pretenciosamente universales; gamas modulares acotadas; flexibilidad de proyecto prácticamente total, etc.” (Novas Cabrera, 2010)*

El método que se emplea para la construcción de la vivienda prefabricada, es de acuerdo al diseñador y a la cantidad de materiales y sistemas prefabricados que va utilizar en la construcción. Empleándose más el método de sistema cerrado y de empleo parcial de componentes, por la flexibilidad que brinda en la obra.

### **La prefabricación**

*“La prefabricación es anterior a la industrialización, el primer elemento de la construcción que ha sido prefabricado, tal vez es el ladrillo, producido fuera de la obra con sistemas que se han prolongado a través del tiempo, más o menos a nuestros días.” (Novas Cabrera, 2010)*

Estando de acuerdo con el investigador Novas Cabrera, la prefabricación existe en todas las épocas de la historia, ya que las personas para realizar las grandes construcciones, tenían que preparar los materiales fuera de ella, para posteriormente llevarlas al sitio y realizar su respectivo montaje. Sabiendo que la prefabricación,

*“Es la producción de elementos de construcción fuera de su destino definitivo, tratándose de elementos que, en la construcción tradicional se realizarían in situ.”*

(Franca, 2012)

El desarrollo de la prefabricación es a través de la industria, ya que en nuestra época la construcción se ha enfocado en producir más y de calidad, en un menor tiempo, la industrialización se encargó de producir elementos estandarizados y precisos para realizar el respectivo montaje en obra. Este montaje se realiza a través de uniones y placas o utilizando un sistema constructivo especializado, en algunos casos realizar el montaje no necesita de mucho esfuerzo, utilizando el equipo y mano de obra requerida.

En la actualidad la prefabricación se ha desarrollado acorde a nuestras necesidades, explotando al máximo las características de cada material para ser utilizados en el campo de la construcción. Estos elementos prefabricados son de acuerdo a su forma, tamaño, función y el método de construcción que se utilice.

### **Industrialización**

La industrialización en la construcción es importante, porque en las fábricas es donde se produce los componentes y materiales para la edificación, sabiendo que *“Es el enfoque del proceso de manufactura a través del cual, por el uso de la tecnología, de organización y de técnicas de producción masiva se logra un incremento en la productividad, la eficiencia y la calidad del producto.”* (Pérez Estañol & Ochoa, Abril, 2016).

Teniendo en cuenta que en la actualidad el sector de la construcción busca producir más en menor tiempo, y sin causar desperdicio para no afectar al medio ambiente, la prefabricación y la industrialización son importantes para el desarrollo de las ciudades y sus habitantes. Estando de acuerdo con el investigador Novas Cabrera, la industrialización busca mejorar en obra, la organización y costos.

*“En obra:*

- *Velocidad de trabajo*
- *Exactitud en tiempos de construcción* (procesos coordinados)

- *Eficiencia en controles de obra*
- *Precisión dimensional*
- *Terminados perfectos*

#### *Organización y planeación*

- *Planeación financiera*
- *Coordinación de actividades*

#### *Costos*

- *Presupuestos más precisos*
- *Control de materiales, 100% optimización*
- *Mano de obra no especializada*
- *Anular los tiempos muertos.*” (Novas Cabrera, 2010)

Con la industrialización las obras civiles de viviendas y edificios monumentales, se ha logrado tener acabados con un grado de error mínimo en las uniones de cada elemento prefabricado. La mano de obra será menor y se construirá en un menor plazo. Ya que los materiales tendrán una medida estándar, donde el diseñador tendrá que realizar una modulación para no causar desperdicios y aprovechar al máximo las características y ventajas que nos pueda ofrecer el material realizado en la fábrica.

<b>UN CAMBIO DE ENFOQUE SIGNIFICA:</b>	
<b>Artesanía</b>	<b>Industria</b>
Se busca el respeto a la tradición. Su precio es negociado.	Impulsa el desarrollo tecnológico. El precio se establece tomando en cuenta la competencia, oferta y demanda.
El producto tiene un sello personal.	El producto está de acuerdo con las necesidades de la demanda.
La calidad depende del artesano.	La calidad debe estar de acuerdo con normas, estándares y reglamentos.
A mayor producción, menor calidad.	La cantidad favorece la calidad. Es un producto repetitivo, puede estar hecho por varias empresas.
Es un producto único. Producción limitada.	Producción masiva. Requiere una inversión proporcional al producto.
Casi no requiere de inversión. Sus procesos conllevan improvisación. Los tiempos son aleatorios.	Procesos planeados y previstos. Tiempos controlados y programados.

Tabla 1: Cambios de enfoque de lo artesanal a la industria  
Fuente: (Pérez Estañol & Ochoa, Abril, 2016)

## **Estandarización**

La estandarización es importante para la prefabricación, ya que por medio de ella se produce elementos en serie a través de la industria. *“Este concepto, junto con la modulación, forma el binomio que hace posible la prefabricación.”* (Pérez Estañol & Ochoa, Abril, 2016)

Para llegar a la estandarización el profesional responsable de la construcción (arquitecto, ingeniero), tiene que simplificar los procesos de trabajo en obra, ya que existe una rapidez en el montaje por los elementos o partes establecidos, la estandarización se encarga de la construcción en serie de los componentes o elementos prefabricados para la obra.

## **Construcción**

En la actualidad la construcción de las edificaciones en su mayor parte son realizados con técnicas y tecnologías tradicionales o de forma artesanal, buscando un cambio en la forma de construir, se está impulsando a industrializar de los materiales existentes para la obra y así lograr una construcción prefabricada.

Teniendo en cuenta que la construcción, *“En el sentido más amplio, es el conjunto de operaciones o actividades que se deben desarrollar para erigir una edificación, una planta industrial, una infraestructura pública o cualquier otro sistema análogo de acuerdo con el diseño o especificación de ingeniería que se habrá realizado previamente.”* (Caño & Cruz, 2008)

## **Proceso de la construcción**

*“Los procesos constructivos están, en general, poco estudiados o poco respetados en el proceso, y esto lleva a un gran desperdicio de recursos, tanto humanos como materiales, a un incremento innecesario de los riesgos y a una calidad inadecuada del producto final, en nuestro caso la obra de edificación.”* (Martí, 2002)

Estando de acuerdo con Martí, los procesos utilizados en la construcción en los países sub desarrollados causan desperdicios en gran parte de los materiales, afectando directamente a la economía del inversor del proyecto de edificación. En



el proceso constructivo influyen tres factores importantes: la mano de obra, los materiales y los equipos. Estos factores afectan directamente a la construcción.

**Mano de obra:** Es un factor importante en la construcción, ya que sin ella no se puede empezar la obra, influye directamente en costos y el tiempo de ejecución de la construcción. La mano de obra debe ser calificada y organizada de acuerdo a la planificación realizada por el profesional y actividades a resolver en la construcción.

*“La prefabricación demanda una mano de obra simplemente especializada en el limitado rango de tareas que implica la producción en serie.”* (Leblanc, 2011), estando de acuerdo con el investigador esta mano de obra especializada, debe estar en algunos campos y etapas de la construcción donde son indispensables y necesarios.

**Materiales:** *“La elección del material está condicionada por los siguientes factores: cualidades estéticas apropiadas, aptitud para el trabajo que ha de soportar, resistencia a los agentes agresivos y el costo, hasta quedar recibido en obra.”* (Novas Cabrera, 2010)

El material que se escoge para la obra, además de cumplir con lo antes mencionado por Novas Cabrera, debe estar de acuerdo al entorno donde se va implantar el proyecto, observando que tipo de material se encuentra en mayor cantidad en la zona, para no influenciar con el factor económico de la obra. Utilizando un material de la zona el transporte del mismo es rápido y menos costoso.

**Equipos:** Los equipos que se utiliza en obra dependen de la planificación y la organización del proyecto, sabiendo que cada rubro tiene establecido el equipo necesario e indispensable para la obra y teniendo en cuenta que, *“El uso del equipo mecánico en la construcción, incide en una reducción en los tiempos de ejecución y permite cumplir con los trabajos en el tiempo previsto.”* (Novas Cabrera, 2010)

### **Importancia de los materiales**

Los materiales para la construcción de las edificaciones son importantes, ya que de ellos dependen la calidad, resistencia y equilibrio que tendrá la edificación,

estos materiales pueden ser el hormigón, el acero, la madera, entre otros. También existen nuevos materiales para la construcción que cumple las normas de construcción como: la American Concrete Institute ACI 318S-08.

*“Los nuevos materiales, y en especial aquéllos reforzados por armaduras textiles, permiten generar elementos que pueden responder a las exigencias de resistencia, rigidez, estabilidad y equilibrio, multipropiedades (térmicas y acústicas) y de aptitud a la integración de funciones (domótica).”* (Pérez Marín, 2005)

En los últimos años se ha investigado materiales alternativos para la construcción, donde además de cumplir con lo antes mencionado, no tiene que perjudicar al medio ambiente y deben cumplir con normas de calidad y exigidas por las entidades de control de cada ciudad o país. Estos materiales deben cumplir con las exigencias de confort y calidad para las personas que lo van habitar.

## **Ventajas y desventajas de la prefabricación**

### **Ventajas**

#### **Costo**

- Montaje rápido.
- Poca mano de obra.
- Optimización de materiales.

#### **Tiempo**

- Optimización de tiempo en la construcción.
- Material estandarizado.
- Cumplimiento de tiempo de ejecución de la obra.
- Facilidad en el montaje del material.

#### **Calidad**

- Trabajo en seco.
- Mano de obra calificada.
- Acabados perfectos en uniones.

## **Desventaja**

- Rigidez en el diseño.
- Utilización de transporte pesado para los elementos prefabricados.
- Mano de obra especializada.
- Utilización de equipo y maquinaria especializada.
- Utilización de grúas especiales en la construcción de edificios monumentales.

## **Vivienda**

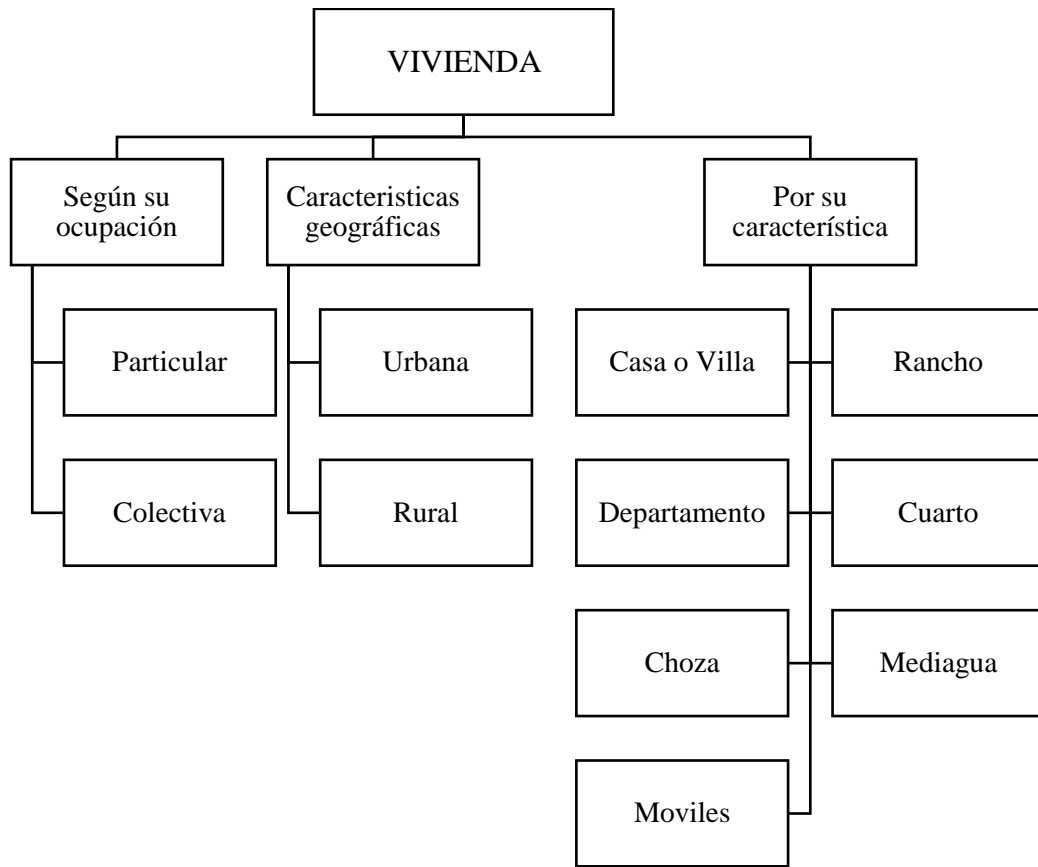
Para seguir con la investigación, debemos saber el concepto y el significado de que es una vivienda. *“La vivienda es un recinto de alojamiento estructuralmente separado y con entrada independiente, construido, edificado, transformado o dispuesto para ser habitado por una persona o grupo de personas. También se considera como vivienda a espacios móviles (barcazas, coches, etc.) y locales improvisados para vivir que se hallan habitados.”* (INEC, 2013)

Sabiendo que la principal función de la vivienda es de ofrecer refugio y habitación a los miembros de una familia, es un lugar destinado a la protección de las personas contra desastres naturales. Y donde la familia se desarrolla y se desenvuelve cotidianamente realizando sus actividades de ocio, recreación, habitad y trabajo.

*“Sin embargo, al agregar la etiqueta de interés social, el panorama toma un giro distinto, ya que esto significa que está dirigida al sector popular, lo que limita al concepto de vivienda a una simple respuesta física.”* (Culcay Cantos & Maldonado Cardoso, 2016)

Estando de acuerdo con Culcay y Maldonado, la vivienda pasa hacer una respuesta física de bajo costo para las personas que lo adquieran, donde la construcción de la vivienda se basa en lo económico, para satisfacer la necesidad de hábitat. Teniendo en cuenta que una vivienda digna y habitable de ser de calidad, fija y accesible, con todo el equipamiento urbano y estar junto al desarrollo de la ciudad.

## Tipos de vivienda



Cuadro 3: Tipos de vivienda  
Fuente: Elaboración propia.

## Características de la vivienda

Las características de la vivienda están determinadas por su calidad, durabilidad e inmovilidad.

**Calidad:** está determinado por el lugar de construcción, permitiendo el acceso a todo el equipamiento urbano y sus beneficios. También por el tipo de material que se utiliza ya que en la actualidad la vivienda debe ser sostenible y reduciendo el impacto ambiental en la construcción.

**Durabilidad:** depende principalmente del mantenimiento de la construcción y del tipo de material utilizado y sus técnicas constructivas empleadas en ella. Ya que una vivienda bien realizada posee un tiempo de vida larga.

**Inmovilidad:** es una característica importante ya que está determinado por el sector donde se implantara al proyecto. *“Las viviendas, una vez construidas,*

no pueden ser trasladadas a otro lugar, lo cual significa que la localización es una característica importante de las mismas y un factor de relevancia a tener en cuenta en la formación de expectativas de cara a su futura revalorización.” (Vallejo Salazar, 2011)

### **Vivienda propia**

Según el último censo realizado en el 2010 y a comparación del censo del 2001, la tendencia a vivienda propia ha aumentado tanto en la zona urbana como en la rural. Esto provocado la expansión de las ciudades, horizontalmente causando que los asentamientos humanos no tengan los servicios que necesitan para vivir dignamente. Implementando el gobierno políticas para realizar conjuntos habitacionales de vivienda de bajo costos, donde tendrá toda la infraestructura y redes adecuadas para su asentamiento humano.

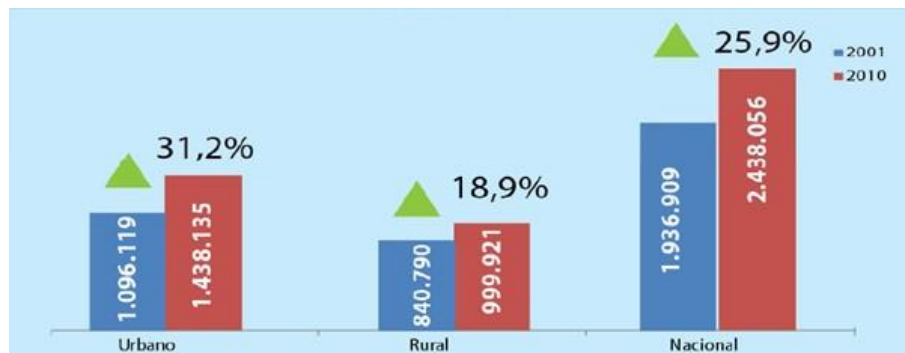


Gráfico 3: Tenencia de vivienda del Ecuador  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

Vivienda propia	2001	2010	diferencia	crecimiento
Nacional	1.936.909	2.438.056	501.147	25,9%
Urbano	1.096.119	1.438.135	342.016	31,2%
Rural	840.790	999.921	159.131	18,9%

Tabla 2: Tenencia de vivienda del Ecuador  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

## Número de personas

El número de personas que se encuentra por hogar ha disminuido de forma relativa, en comparación del censo del 2001 al 2010, en forma global. Dádonos un promedio de 4 personas por familia ecuatoriana.



Gráfico 4: Número de personas por hogar  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

Total personas en el hogar	2001		2010		
	Cantidad	%	Cantidad	%	
1	263.412	9,1%	459.610	12,1%	▲
2	380.998	13,2%	606.510	15,9%	▲
3	520.510	18,1%	764.781	20,1%	▲
4	586.363	20,4%	801.992	21,0%	▲
5	459.472	16,0%	549.387	14,4%	▼
6 y más	669.180	23,2%	628.268	16,5%	▼

Tabla 3: Número de personas por hogar  
Elaborado: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

Observando en el cuadro del INEC, existe un 30,9% de la población que habitan en su vivienda con más de cuatro personas, provocando que vivan en un hacinamiento. Por lo general en la vivienda que habitan más de cuatro personas, son de escasos recursos.

## Materiales de construcción

Según el censo del 2010, los materiales que predominan en la construcción de las viviendas son el zinc, ladrillo, bloque y cemento, tanto en el área urbana y rural.

El zinc es el material más utilizado para las cubiertas tanto en el área urbana y rural, mientras que las paredes el ladrillo y bloque son los materiales predominantes, al igual que en los pisos los ladrillos y cemento son utilizados en una menor cantidad.

	Material predominante	Área urbana	Área rural	Total nacional
Techo	Zinc	42,5%	48,6%	44,7%
Paredes Exteriores	Ladrillo o bloque	74,7%	58,7%	68,9%
Piso	Ladrillo o cemento	36,1%	37,0%	36,5%

Tabla 4: Materiales de construcción  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

También se puede observar, que existen viviendas construidas en un porcentaje pequeño con otros materiales, tanto en su mampostería como en estructura y pisos.

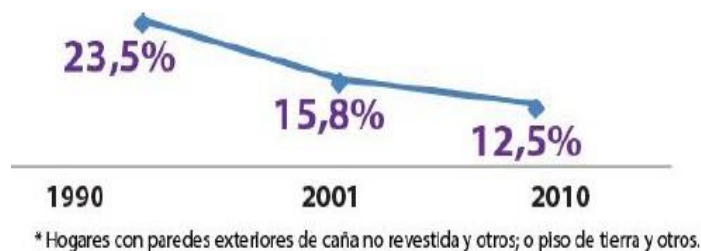


Gráfico 5: Material de construcción  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

### **Problemática de la vivienda**

*“En Ecuador, siete de cada diez personas viven en las ciudades.”* (Makedonski Maquet, y otros, 2013). Esta realidad del Ecuador es por la migración del campo hacia la ciudad de las personas, buscando una mejor oportunidad de vida. Pero sin embargo, *“Las ciudades del Ecuador se van convirtiendo en espacios segregados que marginan a los pobres, a quienes no se les reconoce su papel como constructores sociales del hábitat, negándoles su derecho a la ciudad.”* (Makedonski Maquet, y otros, 2013)

Estando de acuerdo con Markedonshi, las ciudades del Ecuador están recibiendo a toda la población que migra del campo, en busca de un bienestar para

su familia y esta a su vez se ha convertido en espacios que segrega a los ciudadanos, dependiendo a la clase social que pertenezca. La ciudad debe ser un lugar de encuentro y de formación de hábitat para todas las personas sin existir discriminación racial o de ningún tipo. Por lo general las construcciones donde habitan las personas que migran a la ciudad se encuentran a las afueras de estas, donde no tiene todo el equipamiento urbano y las viviendas son construidas de forma desordenada y sin la ayuda de un técnico en construcción.

### **Análisis de la vivienda social.**

Según el (MIDUVI), el déficit habitacional que existía en el 2006 tuvo una reducción del 9%, en relación al 2010. Ya que en el 2006 el déficit habitacional era de 756.806 unidades habitacionales en comparación al 2010 que era de 692.216 unidades habitacionales, teniendo una reducción en los 4 años de 64.590 unidades habitacionales. Demostrándonos que aunque el déficit de vivienda en el Ecuador tuvo una reducción significativa, la carencia de vivienda sigue siendo alto.

Según los datos del déficit habitacional del 2010 que corresponde a 692.216 unidades, el 70% de esta cifra corresponde a la población con ingresos económicos bajos, que son 484.552 unidades habitacionales.

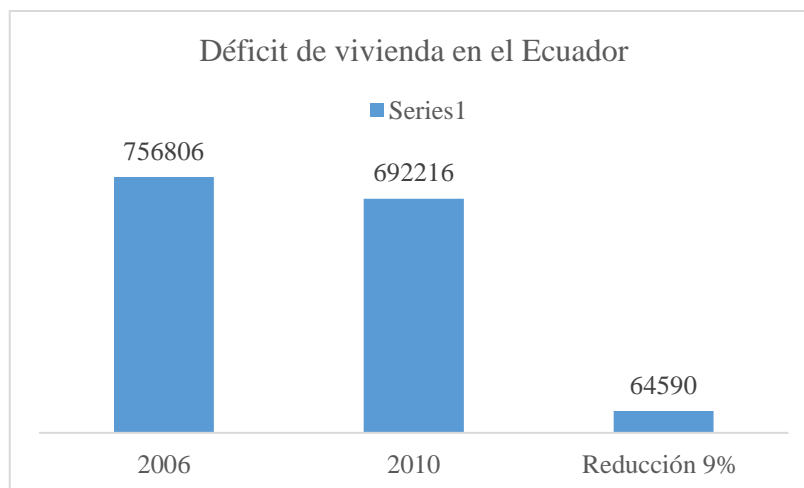


Gráfico 6: Déficit de vivienda en el Ecuador.  
Fuente: Elaboración propia según datos obtenidos en el MIDUVI

Según los datos obtenidos de la misma fuente, el déficit de vivienda nueva en el Ecuador también ha tenido una reducción. En comparación del 2006 que era de 23,3% al 2010 de 19,3%, teniendo una reducción del 4%.



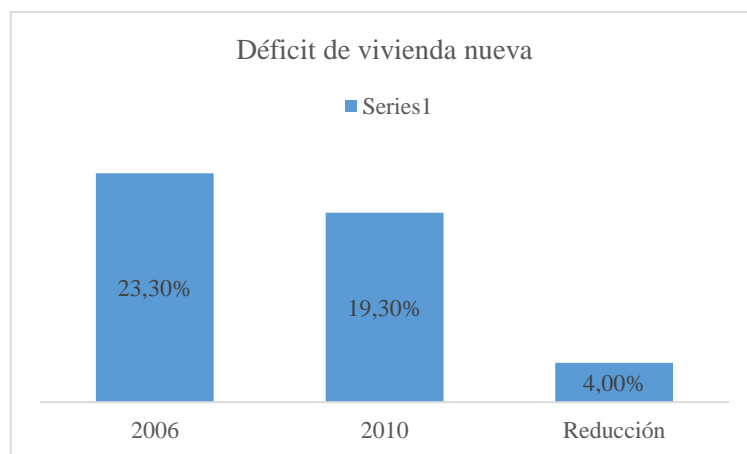


Gráfico 7: Déficit de vivienda nueva.  
Fuente: Elaboración propia según datos obtenidos en el MIDUVI

El hacinamiento en el Ecuador también ha tenido una reducción significativa en comparación al 2006 que era de 18,9% con el 2010 de 13,8%, teniendo una reducción del 5,1%. El hacinamiento en el 2010 se encuentra con un porcentaje de 99% en las familias de escasos recursos económicos, donde habitan por vivienda más de 4 personas y en mucho de los casos viven 2 y hasta 3 familias por unidad habitacional.

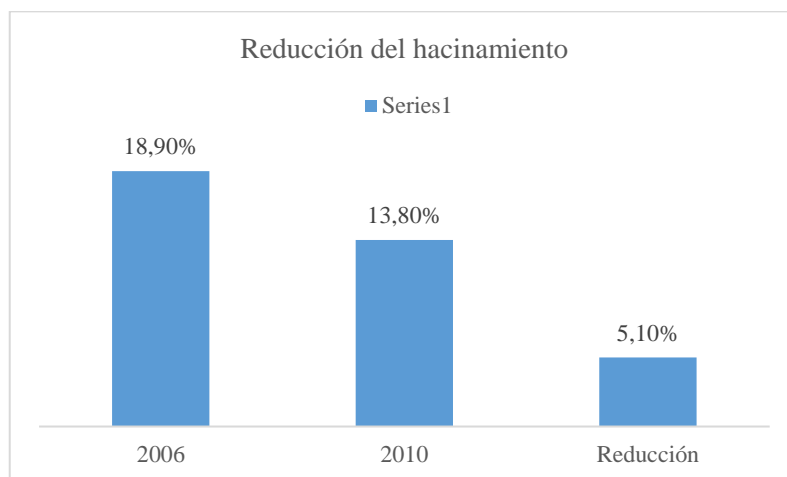


Gráfico 8: Reducción del hacinamiento.  
Fuente: Elaboración propia según datos obtenidos en el MIDUVI

En el Ecuador el déficit de vivienda sigue siendo alto y según datos del MIDUVI al 2010, el 80% de la carencia de unidades habitacionales corresponde a las familias de escasos recursos económicos, siendo 553.773 unidades habitacionales a comparación de las familias que tienen una economía estable, que corresponde a 138.443 unidades habitacionales.

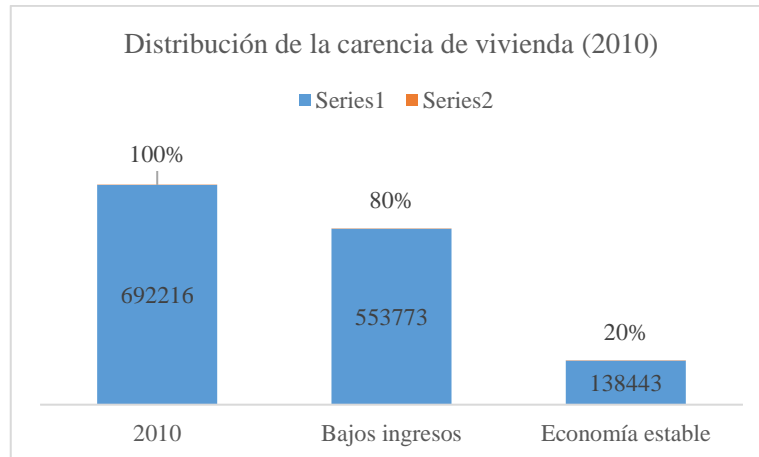


Gráfico 9: Distribución de la carencia de vivienda (2010).  
Fuente: Elaboración propia según datos obtenidos en el MIDUVI

Demostrándonos que las políticas de gobierno tienen que estar dirigidas a vivienda social, para reducir y cubrir la carencia de vivienda, ya que estas personas en su afán de tener su vivienda propia construyen en lugares no permitidos e inadecuados, y en mucho de los casos son estafados.

Se realizará el análisis de un proyecto habitacional realizado en el Ecuador. Observando lo planificado y las modificaciones que ha sufrido el proyecto por el tiempo.

### **Proyecto “SOLANDA”**

El diseño del programa habitacional Solanda, fue creado como vivienda social en el año de 1980 hasta 1985 como un programa piloto, financiado por el Banco Ecuatoriano de la Vivienda, y creado en el sur de la ciudad de Quito. El proyecto fue realizado para 20.000 habitantes con la construcción de 4.500 viviendas de interés social, todas las viviendas tenían una casa tipo.

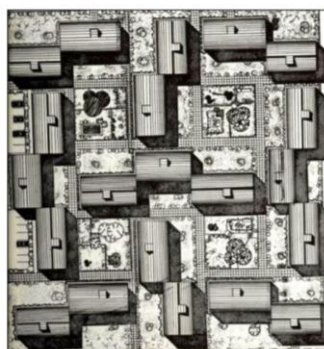


Gráfico 10: Plano original supermanzana.  
Fuente: Municipio del distrito Metropolitano de Quito, Oficina de catastros, s.f.

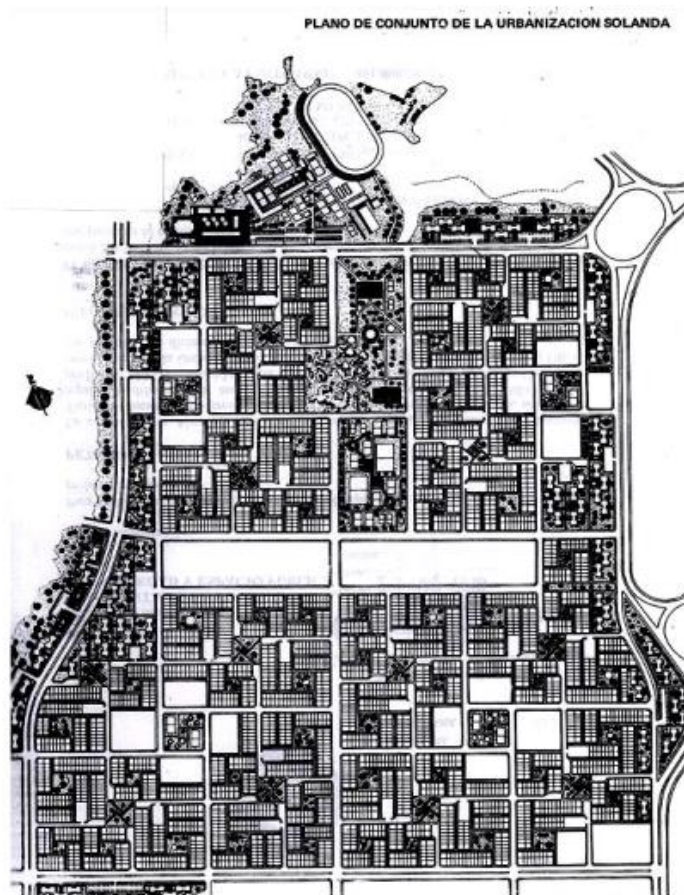


Gráfico 11: Plano conjunto habitacional Solanda  
Fuente: Municipio del distrito Metropolitano de Quito, Oficina de catastros, s.f.

*“El conjunto de casas formaba una manzana particular que era parte de un diseño a manera de fractal donde la regla fue que el sector tenga un patio – jardín para la 4 supermanzanas, cada una de estas a su vez tenía un patio – jardín, y estas manzanas también con un patio – jardín para cada vivienda” (CACUANGO M., 2013)*

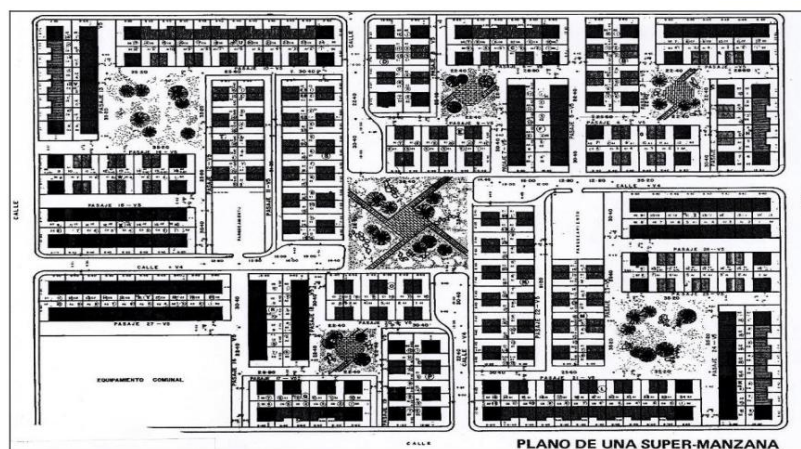


Gráfico 12: Súper manzanas conjunto habitacional Solanda  
Fuente: Municipio del distrito Metropolitano de Quito, Oficina de catastros, s.f.

El conjunto habitacional Solanda, constituido en 36 súper manzanas teniendo patios interiores de 400m<sup>2</sup> a 600m<sup>2</sup>, encerrados por las viviendas a cada lado. Cada lado tiene de 6 a 8 viviendas construidas en un mismo tipo.



Gráfico 13: Patio interior conjunto habitacional Solanda  
Fuente: Municipio del distrito Metropolitano de Quito, Oficina de catastros, s.f.

Estas viviendas de interés social, fueron de dos pisos y tenían un área de construcción de 70m<sup>2</sup>, su cubierta era de dos aguas. La intención con la que se creó este conjunto habitacional fue por integrar la vivienda a la ciudad.



Gráfico 14: Casa tipo  
Fuente: Municipio del distrito Metropolitano de Quito, Oficina de catastros, s.f.

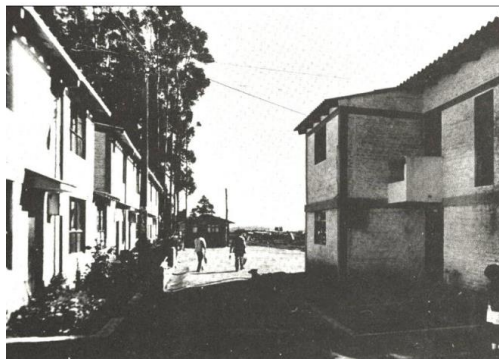


Gráfico 15: Corredores exteriores originales.  
Fuente: Municipio del distrito Metropolitano de Quito, Oficina de catastros, s.f.

En la actualidad el conjunto habitacional Solanda, se encuentra constituido por las súper manzanas planificadas, pero el tipo de vivienda entregada, se encuentra modificado en su totalidad y en algunos casos hasta con construcciones nuevas. Esto ha provocado que exista un caos tanto estético como urbanístico, por el comercio informal que existe en las viviendas en la planta baja.

A demás la población creció significativamente a 120.000 habitantes según el último censo realizado en el 2010. Debemos tomar en cuenta que el conjunto habitacional fue planificado para 20.000 personas teniendo un crecimiento de un 600% de los habitantes en los últimos 25 años.



Gráfico 16: Fotografía estado actual.  
Fuente: Pablo Cacuango, 2012



Gráfico 17: Fotografía estado actual.  
Fuente: Pablo Cacuango, 2012



Gráfico 18: Vivienda actual del conjunto habitacional Solanda  
Fuente: Pablo Cacuango, 2012

Alrededor del conjunto habitacional Solanda, en la actualidad se incrementado la población y construcciones de una forma desordenada e informal, expandiéndose la ciudad de Quito horizontalmente. Debemos tomar en cuenta que cuando se realiza un proyecto habitación, a sus alrededores las personas construirán para poder obtener una vivienda propia.



Gráfico 19: Crecimiento del conjunto habitacional Solanda  
Fuente: Pablo Cacuango, 2012

### **Programa de la vivienda de interés social**

La vivienda de interés social, se ha realizado con diferente programación, de acuerdo a las necesidades que requiere una familia tipo, pero no se ha realizado una vivienda apegada a la realidad social de cada sector. Observaremos la programación propuesta de varios tipos de viviendas de interés social construidas, tanto en lo público como lo privado en el territorio ecuatoriano. También se tomará como referencia la vivienda social realizada por el grupo “Elemental”, siendo fundador el arquitecto Alejandro Aravena.

<b>Designación</b>	<b>Dormitorio</b>	<b>Cocina</b>	<b>Comedor</b>	<b>Sala</b>	<b>Baño</b>	<b>Garaje</b>	<b>Lavado</b>	<b>Pisos</b>	<b>Área</b>	<b>Incremento</b>
Casa popular tipo 1	2	X	X	X	X			1	36 m2	X
Casa popular tipo 2	2	X	X	X	X			1	36 m2	
Casa popular tipo 3	2	X	X	X	X		X	1	42 m2	
Casa popular tipo 4	2	X	X	X	X		X	1	39 m2	
Grupo elemental	3	X	X	X	X	X	X	2	45 m2	X
MIDUVI	2	X	X	X	X			1	40,40 m2	X

Tabla 5: Observación de viviendas  
Fuente: Elaboración propia

La programación de las viviendas de interés social en nuestro territorio, tienen los ambientes básicos con las dimensiones mínimas, para una familia tipo de cuatro miembros y en algunos de los casos dejan la posibilidad de crecimientos, esta vivienda se encuentra desarrollada en una sola planta arquitectónica.

La vivienda construida por el grupo elemental, tiene la posibilidad de crecimiento del doble de la construcción inicial, y cuenta con todos los ambientes necesarios para que viva una familia dignamente integrándose a la ciudad.

Cabe mencionar que según la observación realizada en campo las familias de escasos recursos económicos son numerosas y necesitan de más habitaciones para poder habitar la vivienda.

### **Buen vivir**

El Gobierno actual en su afán de reducir el gran déficit habitacional que existe en el Ecuador, creó políticas gubernamentales, estableciendo que las personas tienen que vivir dignamente y en edificaciones que brinden confort y comodidad. Y revisando el Plan Nacional del Buen Vivir, en el que establece en el objetivo 3, mejorar la calidad de vida de la población.

*“Una prioridad del periodo 2013-2017 es ampliar, de manera coordinada entre niveles de gobierno, la cobertura y la calidad de los servicios básicos, en particular el agua y el saneamiento, pues son factores determinantes de la calidad de vida de la población y tienen relación directa con la generación de un ambiente digno y saludable.” (SENPLADES, 2013-2017)*

El gobierno ampliando la cobertura de los servicios básicos, está ayudando a mejorar la calidad de vida de las personas, aportando directamente a que las construcciones de las viviendas de bajo costo, tengan toda la infraestructura necesaria logrando la integración de la vivienda con la ciudad. De esta forma se puede controlar los asentamientos humanos en nuestro territorio.

El estado en su afán de controlar los asentamientos humanos ha creado políticas para construir vivienda de interés social, en conjuntos habitacionales donde tendrán todos los servicios básicos y equipamiento urbano, con una de sus principales prioridades que exista transporte para la movilización de las personas.

## **FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

El presente trabajo de investigación está fundamentado en:

Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) 2010. Art. 5.- Derechos de las y los estudiantes.- Son derechos de las y los estudiantes los siguientes: a) Acceder, movilizarse, permanecer, egresar y titularse sin discriminación conforme sus méritos académicos.

La Constitución del Ecuador, 2008. Hábitat y vivienda. Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica. Art. 375.- El Estado, en todos los niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y la vivienda digna.

Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, Objetivo tres, Mejorar la calidad de vida de la población, en Hábitat y vivienda digna.

## **SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **Variable independiente**

La prefabricación

### **Variable dependiente**

Prototipo de vivienda de interés social

## **HIPÓTESIS**

El material de la prefabricación es útil en la construcción ya que aumenta la productividad de la ejecución de una vivienda de interés social.

El material de la prefabricación no es útil en la construcción ya que aumenta la productividad de la ejecución de una vivienda de interés social.



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación tendrá un enfoque Cuanti - Cualitativo.

Cuantitativo porque se usa la recolección de datos para probar hipótesis con base en la mediación numérica y el análisis estadístico, para obtener los resultados motivo de análisis se precisó el planteamiento de hipótesis a comprobarse previa a la recolección de datos a través de la observación y al encuesta, fragmentando datos en partes para responder al planeamiento del problema siguiendo un patrón predecible y estructurado acorde al proceso para generalizar resultados de forma lógica con razonamiento deductivo. Es cualitativa porque se aplicaran técnicas de investigación con enfoque cualitativo como la entrevista, aplicando la lógica inductiva, reconociendo valores, es próximo y cercano del contacto del investigador con el objeto de estudio.

#### **MODALIDADES BÁSICAS DE INVESTIGACIÓN**

##### **De Campo**

Sabiendo que la investigación de campo es trabajar en el sitio, involucrándose con las personas beneficiarias. Porque el investigador tiene contacto con el objeto investigado en el lugar donde se produce los acontecimientos, en el Cantón de Ambato Provincia de Tungurahua.

##### **Bibliográfica y Documental**

Tiene el propósito de detectar ampliar y profundizar diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios diversos de autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos (fuentes primarias) o en libros, periódicos, y otras publicaciones (fuentes secundarias), para la prefabricación de una vivienda de interés social.

## NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

### Exploratorio

Sabiendo que este tipo de investigación es aproximativo a la realidad del problema. Porque sondea un problema es este caso el déficit habitacional que existe en el Ecuador.

### Descriptivo

Porque tiene interés de acción social. Caracteriza a la comunidad distribuyendo datos para analizar la posibilidad, de crear un prototipo de vivienda de interés social, basándose en espacios, ambientes y zonas.

## POBLACIÓN Y MUESTRA

La muestra que se toma en consideración son los beneficiarios de la vivienda de interés social del periodo 2007 a 2014 con 1528 personas y del año 2015 con 33 beneficiarios, basándose en las estadísticas del MIDUVI del Cantón Ambato. También se aplicara tres entrevistas a profesionales expertos en la materia.

CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Ítems	Datos:	Valores
Población	N=	1528
Z crítico	Zc=	1,96
Error	e=	0,05
Porcionexitos	p=	0,50

Tamaño de la muestra:  
307 + 33 = 340

Nivel confianza =	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	91 %	92 %	93 %	94 %	95 %	96 %	97 %	98 %	99 %
Zc=	1,0 4	1,1 5	1,2 8	1,4 4	1,6 5	1,7 0	1,7 5	1,8 1	1,8 8	1,9 6	2,0 5	2,1 6	2,3 3	2,5 8

Tabla 6: Población y muestra  
Fuente: Elaboración propia

**Formula:**

$$n = \frac{Z_c^2 P Q N}{Z_c^2 P Q + N e^2} = \frac{(1.96)^2 (0.50)(0.5)(1528)}{(1.96)^2 (0.50) (0.5) + (1528) (0.05)^2} = 307$$

**Donde:**

**n** = Tamaño de la muestra = ?

**Zc** = Nivel de confianza = 1.96

**P** = Prioridad de ocurrencia = en este caso es 0.50

**Q** = Probabilidad de no ocurrencia = ] – P

**N** = Numero de población = 1528

**e** = Error de muestra (5%) = 0.05

Por considerar que el universo investigado es pequeño pero significativo, se trabajará con todos.

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### Matriz de operacionalización:

**Variable independiente:** Prefabricación

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Fuente	Técnica	Instrumentos
La prefabricación es un sistema de construcción basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final y que se llevan a su posición definitiva para montar la edificación tras una fase de montaje simple, precisa y no laboriosa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Uso de materiales.</li> <li>* Procesos de prefabricación.</li> <li>* Tipos de prefabricación.</li> <li>* Sistema de prefabricación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Tipos de materiales para prefabricación.</li> <li>* Procesos y métodos de la prefabricación.</li> <li>* Técnicas y tecnologías de prefabricado.</li> <li>* Líneas de prefabricación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Libros, revistas y documentos de vivienda prefabricada, vivienda social e industrialización.</li> <li>* Libros y catálogos de montajes y detalles de construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Consulta documental.</li> <li>* Entrevista y encuesta.</li> <li>* Consulta documental.</li> <li>* Entrevista y encuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Cuestionario.</li> <li>* Cuestionario.</li> <li>* Ficha de observación.</li> <li>* Ficha de observación.</li> </ul>

Tabla 7: Variable independiente: Prefabricación  
Fuente: Elaboración propia

**Variable dependiente:** Prototipo de vivienda de interés social.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Fuente	Técnica	Instrumentos
<p>Primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales, o molde original con el que se fabrica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Realidad espacial.</li> <li>* Sistema de prefabricación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Diseño de vivienda.</li> <li>* Cimentación.</li> <li>* Estructura.</li> <li>* Mampostería.</li> <li>* Instalaciones.</li> <li>* Acabados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Arquitecto.</li> <li>* Libros, revistas y documentos de vivienda de interés social.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Entrevista y encuesta.</li> <li>* Consulta documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Guía de entrevista y cuestionario estructurado.</li> <li>* Ficha explicativa.</li> </ul>

Tabla 8: Variable dependiente: Prototipo de vivienda de interés social  
Fuente: Elaboración propia.

## TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

### Entrevista

Técnica cualitativa que tiene como instrumento la guía de la entrevista, esta se empleó a profesionales expertos en el tema.

### Encuesta

Como técnica – cuantitativa se utilizó con los usuarios que están registrados, para recibir sus viviendas del MIDUVI en este año.

### La observación

Es una técnica cuantitativa – cualitativa, se aplicó para evaluar la funcionalidad de las viviendas, sus espacios y ambientes.

## PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Preguntas básicas	Explicación
1.) ¿Para qué?	Para lograr los objetivos de la investigación.
2.) ¿De qué personas u objetos?	Autoridades, usuarios beneficiarios, expertos en la materia.
3.) ¿Sobre qué aspectos?	Sobre la vivienda social y el déficit habitacional.
4.) ¿Quién?	Christian José Flores Meneses

5.) ¿Cuándo?	Septiembre 2015 hasta noviembre 2016.
6.) ¿Dónde?	Huchi Grande Parroquia Rural de la ciudad de Ambato.
7.) ¿Cuántas veces?	Tres veces 1.- Acercamiento a las autoridades parroquiales. 2.- Socialización con las personas. 3.- Aplicación de encuestas.
8.) ¿Qué técnica de recolección?	Encuesta, entrevista y ficha de observación.
9.) ¿Con que?	Cuestionario estructurado, guía de la entrevista y ficha de observación.
10.) ¿En qué situación?	Lugar donde existen las viviendas de interés social.

Tabla 9: Preguntas y explicación  
Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### ENCUESTA

1. ¿Qué sistema constructivo tiene su vivienda otorgada por el ministerio de desarrollo urbano y vivienda (MIDUVI)?

Alternativa	Frec.	%
Tradicional	192	56%
Prefabricado	44	13%
Mixto	104	31%
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>

Tabla 10: Encuesta pregunta 1  
Fuente: Elaboración propia

■ Tradicional ■ Prefabricado ■ Mixto

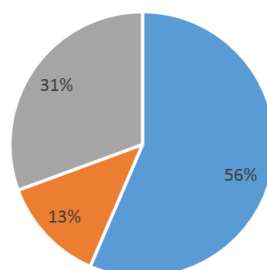


Gráfico 20: Encuesta pregunta 1  
Fuente: Elaboración propia

#### Análisis e interpretación.

De las 340 personas que es el 100%, el 56% siendo 192 personas corresponde al sistema constructivo tradicional, el 31% corresponde a 104 personas utilizaron en su vivienda sistemas constructivos mixtos y el 13% que corresponde a 44 personas han utilizado sistemas constructivos prefabricados.

Demostrando que el sistema constructivo tradicional es el más utilizado en las viviendas de interés social otorgadas por el MIDUVI, ya que no existe información sobre las ventajas y características de la prefabricación, y el beneficio que tiene en relación costo y tiempo.



## 2. ¿Qué nivel de satisfacción le brinda esta vivienda?

Alternativa	Frec.	%
Alto	80	23%
Medio	152	45%
Bajo	108	32%
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>

Tabla 11: Encuesta pregunta 2  
Fuente: Elaboración propia

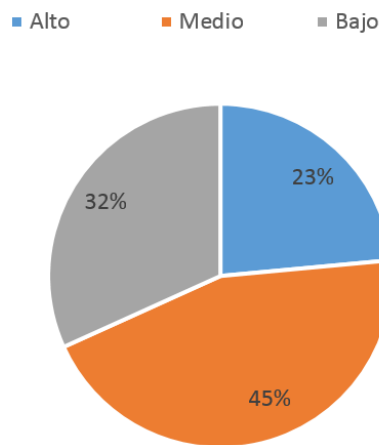


Gráfico 21: Encuesta pregunta 2  
Fuente: Elaboración propia

### Análisis e interpretación

De las 340 personas que corresponden al 100%, las 152 personas que significa el 45% tienen una satisfacción media de la vivienda, el 32% que corresponde a 108 personas tiene una baja satisfacción de la vivienda, mientras el 23% que corresponde a 80 personas establece un nivel de satisfacción alta sobre la vivienda.

Demostando que la vivienda que la vivienda tiene un nivel de aceptación entre medio y bajo mayoritariamente, la prefabricación puede ser una solución ya que por medio de este sistema constructivo, se puede mejorar la vivienda y dejar un área determinada para el crecimiento de la vivienda en el futuro.

### 3. ¿Cuántas personas habitan su vivienda?

Alternativa	Frec.	%
1 a 4 personas	136	40%
4 a 6 personas	104	31%
Más de 6 personas	100	29%
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>

Tabla 12: Encuesta pregunta 3  
Fuente: Elaboración propia

■ 1 a 4 personas      ■ 4 a 6 personas      ■ Más de 6 personas

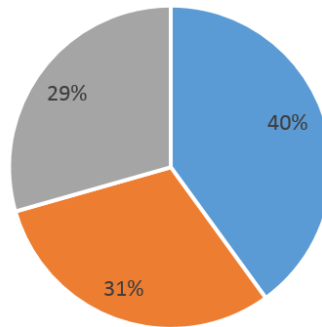


Gráfico 22: Encuesta pregunta 3  
Fuente: Elaboración propia

### Análisis e interpretación

De acuerdo a las 340 personas que corresponde al 100%, las 136 personas que significa el 40% habitan la vivienda con una familia constituida por cuatro personas, el 31% que corresponde a 104 personas habitan la vivienda de cuatro a seis personas, mientras el 29% que significa 100 personas habitan la vivienda con más de seis personas.

Demostrando que el 60% de las personas que habitan en la vivienda, tienen una familia con más de cuatro miembros, y en algunos de los casos viven en hacinamiento y sin tener la posibilidad de crecer la edificación.

**4. ¿Los ambientes que existen en la vivienda son suficientes para el número de personas que habitan?**

<b>Alternativa</b>	<b>Frec.</b>	<b>%</b>
Si	132	39%
No	208	61%
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>

Tabla 13: Encuesta pregunta 4  
Fuente: Elaboración propia

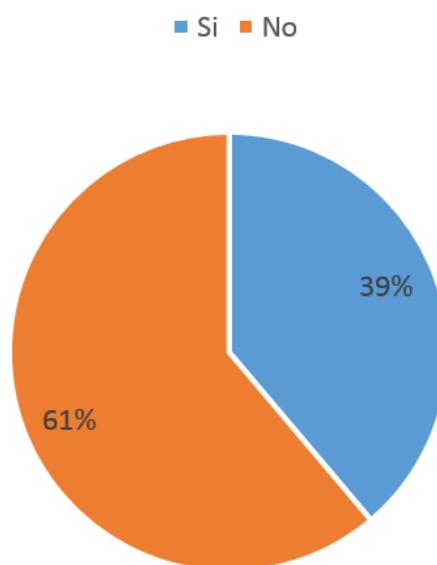


Gráfico 23: Encuesta pregunta 4  
Fuente: Elaboración propia

**Análisis e interpretación**

De acuerdo a las 340 personas que significa el 100%, las 208 personas que corresponde al 61% necesitan más ambientes en la vivienda, mientras las 132 personas que significa 39% están de acuerdo con los ambientes que existe actualmente en la vivienda.

Significando que la vivienda que tienen actualmente no tiene los espacios suficientes para vivir dignamente con su familia.

**5. ¿A su criterio que características le ofrece una vivienda de material prefabricado?**

Alternativa	Frec.	%
Ahorro en tiempo	44	11%
Ahorro en dinero	108	27%
Son resistentes	52	13%
Módulos fácilmente ensamblables	56	14%
Todas son iguales	64	16%
No sabe	76	19%
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>

Tabla 14: Encuesta pregunta 5  
Fuente: Elaboración propia

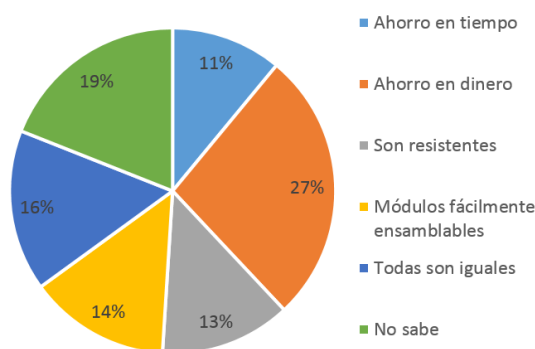


Gráfico 24: Encuesta pregunta 5  
Fuente: Elaboración propia

**Análisis e interpretación**

De acuerdo a las 340 personas que corresponde al 100%, el 27% que significa 108 personas piensa que el ahorro económico es la prefabricación, el 19% que significa 76 personas no sabe sobre la prefabricación, el 16% que significa 64 personas piensan que la prefabricación es la repetición de las viviendas, el 14% que significa 56 personas establece que la prefabricación son módulos de ensamblaje, el 13% que significa 52 personas dicen que son resistentes, mientras el 11% que corresponde a 44 personas establece que es ahorro de tiempo es la característica de la prefabricación. Significando que más del 80% de las personas encuestadas conocen algo sobre la prefabricación, por lo cual se debe establecer una conceptualización clara de las características y ventajas para que los ciudadanos conozcan los beneficios de construir con esta tecnología de la prefabricación.

**6. ¿A su criterio habitaría una vivienda prefabricada que tenga todos los servicios?**

<b>Alternativa</b>	<b>Frec.</b>	<b>%</b>
Si	232	68%
No	108	32%
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>

Tabla 15: Encuesta pregunta 6  
Fuente: Elaboración propia

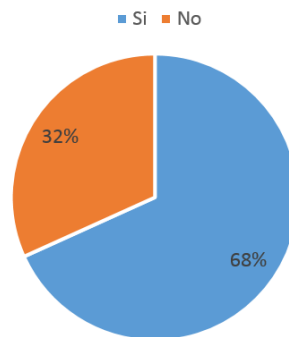


Gráfico 25: Encuesta pregunta 6  
Fuente: Elaboración propia

**Análisis e interpretación**

De acuerdo con las 340 personas que significa el 100%, las 232 personas que corresponde al 68% están de acuerdo a habitar una vivienda prefabricada, mientras el 32% que corresponde a 108 personas no habitarían la vivienda prefabricada. Sabiendo que la vivienda prefabricada ofrece las mismas características que la vivienda tradicional, difundiendo las características de la vivienda prefabricada tendrá mayor aceptación en la construcción.

**7. ¿La construcción de su vivienda ha crecido de acuerdo a sus necesidades y su economía?**

<b>Alternativa</b>	<b>Frec.</b>	<b>%</b>
Si	156	46%
No	184	54%
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>

Tabla 16: Encuesta pregunta 7  
Fuente: Elaboración propia

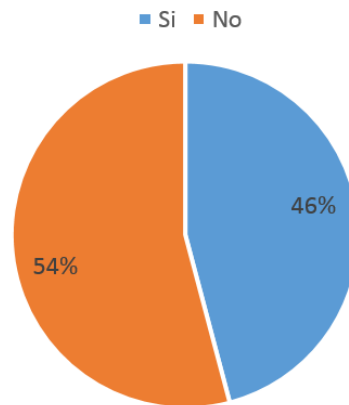


Gráfico 26: Encuesta pregunta 7  
Fuente: Elaboración propia

**Análisis e interpretación**

De las 340 personas que corresponde al 100%, el 54% que significa 184 personas no han realizado incrementos a la construcción, mientras el 46% que corresponde 156 personas si han realizado un crecimiento a su construcción.

Aceptando que un gran porcentaje de la población encuestada, si realiza cambios e incrementos a la construcción de la vivienda, de acuerdo a sus posibilidades económicas y al crecimiento de su familia, se necesita dejar una parte para el crecimiento de la edificación, de forma ordenada manteniendo el mismo concepto del diseñador para no causar un caos en la construcción.

**8. ¿Si se ofertaría un tipo de vivienda de interés social con material prefabricado lo adquiriría?**

<b>Alternativa</b>	<b>Frec.</b>	<b>%</b>
Si	220	65%
No	120	35%
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>

Tabla 17: Encuesta pregunta 8  
Fuente: Elaboración propia

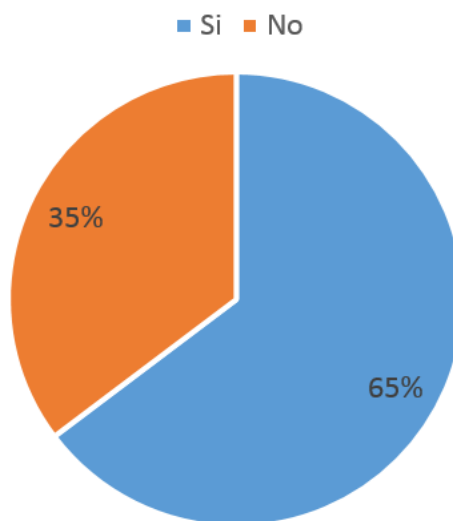


Gráfico 27: Encuesta pregunta 8  
Fuente: Elaboración propia

**Análisis e interpretación**

De las 340 personas que corresponde al 100%, el 65% que significa 220 personas si adquirirían la vivienda con material prefabricado, mientras las 120 personas que significa el 35% no adquirirían la vivienda prefabricada.

Las personas si aceptan las viviendas con la aplicación de nuevas tecnologías como la prefabricación, ya que brinda las mismas cualidades que la vivienda tradicional.

**9. ¿A su criterio los sistemas constructivos prefabricados son utilizados para la vivienda de interés social?**

<b>Alternativa</b>	<b>Frec.</b>	<b>%</b>
Si	44	13%
No	296	87%
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>

Tabla 18: Encuesta pregunta 9  
Fuente: Elaboración propia

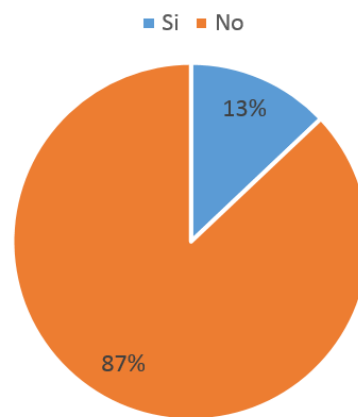


Gráfico 28: Encuesta pregunta 9  
Fuente: Elaboración propia

**Análisis e interpretación**

De acuerdo a las 340 personas que corresponde al 100%, el 87% que significa 296 personas no han utilizado sistemas prefabricados para su vivienda, mientras el 13% que significa 44 personas si han utilizado sistemas constructivos prefabricados.

Demostrando que no existe información sobre las características y ventajas de la prefabricación, por lo que significa que los sistemas constructivos tradicionales son los más utilizados por las personas.



## **ENTREVISTAS**

### **1. ¿Qué criterio le merece a las viviendas de interés social?**

Al ser el Ministerio de la Vivienda la Institución encargada de manejar las políticas de vivienda a nivel Nacional, es evidente que tiene como principal finalidad su creación la de diseñar y formular viviendas de interés social, para las familias más necesitadas del país. Buscar mecanismos para diseñar y construir viviendas con los recursos que provee el Estado a través del bono de la vivienda a las familias.

### **2. ¿A su criterio los sistemas constructivos prefabricados servirán para realizar vivienda de interés social?**

Existiendo varias alternativas y por experiencia sistemas constructivos prefabricados utilizados para ciertos sectores de la Provincia, para facilitar vivienda social a las familias, no tienen una opción para la construcción de la vivienda. Sin embargo la vivienda otorgada con sistemas constructivos tradicionales tiene acogida por la ciudadanía con satisfacción a pesar de medir de 36m<sup>2</sup> a 42m<sup>2</sup> y tener lo básico como; dos dormitorios, área social y un baño completo.

### **3. ¿Qué bondades y restricciones tiene el uso de sistemas constructivos prefabricados para aplicarlos en vivienda de interés social?**

Por experiencia en la construcción con materiales prefabricados, ha existido inconvenientes como la dificultad de transportar los materiales y la estructura a los sitios de la construcción de las viviendas, la utilización de grúas especializadas para alzar estructura encareciendo adicionalmente el costo de las viviendas. También la mano de obra utilizada necesita una capacitación antes de construir la vivienda y aumenta el costo.

### **4. ¿Considera usted una alternativa válida el uso de sistemas constructivos prefabricados para cubrir el déficit de la vivienda?**

Si la aplicación de estos sistemas constructivos prefabricados demuestren que puedan ser trasladados y manipulados con facilidad es una alternativa válida,

de los que conocemos y nos puesto en práctica no han ayudado mucho por la dificultad del acceso.

**1. ¿Qué criterio le merece a las viviendas de interés social?**

Son viviendas estrictamente dirigidas a personas y familias de escasos recursos económicos, siendo una de las propuestas y programas del Gobierno, estando contemplado en la constitución en atender a la gente que son vulnerables y de escasos recursos económicos.

**2. ¿A su criterio los sistemas constructivos prefabricados servirán para realizar vivienda de interés social?**

Son tecnologías que caben en estos proyectos, siempre que cumplan las normas técnicas como las NEC, esta vivienda prefabricada puede ser para abaratar costos y atender a la mayor cantidad de familias.

**3. ¿Qué bondades y restricciones tiene el uso de sistemas constructivos prefabricados para aplicarlos en vivienda de interés social?**

Considerando que para presentar y calificar los sistemas constructivos prefabricados, ya tienen un estudio realizado no existe ningún inconveniente si cumplen todas las normativas de construcción del Ecuador.

**4. ¿Considera usted una alternativa válida el uso de sistemas constructivos prefabricados para cubrir el déficit de la vivienda?**

Es una alternativa válida por el ahorro de tiempo y costo en la construcción, y siendo una opción para cubrir el déficit habitacional.

**1. ¿Qué criterio le merece a las viviendas de interés social?**

La vivienda de interés social, es una construcción de bajo costo que sirve para brindar techo a las familias de escasos recursos, existiendo programas y proyectos organizados y planificados por el Gobierno dirigido a las personas pobres.

**2. ¿A su criterio los sistemas constructivos prefabricados servirán para realizar vivienda de interés social?**

Son sistemas que pueden ayudar en la realización de vivienda de interés social, siempre y cuando sean de fácil transporte y exista mano de obra calificada para la construcción y la aplicación de estos sistemas.

### **3. ¿Qué bondades y restricciones tiene el uso de sistemas constructivos prefabricados para aplicarlos en vivienda de interés social?**

La construcción con estos sistemas prefabricados reduce costos en la construcción, utilizando mínima mano de obra y realizando edificación no más de dos pisos. La restricción es el transporte de los materiales y el peso que tienen, para ser manipulado por las personas en la construcción.

### **4. ¿Considera usted una alternativa válida el uso de sistemas constructivos prefabricados para cubrir el déficit de la vivienda?**

Es importante la utilización de estos sistemas constructivos para cubrir el déficit habitacional, ya que se puede construir una vivienda de forma rápida y precisa construyendo más vivienda para las familias que lo necesitan.



### **Conclusión de las tres entrevistas realizadas**

La vivienda de interés social siempre ha tenido la noción, de ser para las personas de escasos recursos, siendo diseñada y proyectada para estas familias, estas viviendas de interés social no están apegadas a la realidad de cada sector o lugar, existiendo un tipo de vivienda que se construye en todas partes del territorio.



La utilización de nuevas tecnologías como la prefabricación es necesario para realizar vivienda social, ya que esta tecnología nos brinda reducción en el costo y tiempo de la construcción, y así podremos construir más en un menor tiempo y de calidad.

Los materiales y sistemas prefabricados para ser utilizados en la vivienda de interés social, deben ser de fácil transporte y tener la posibilidad de manipularlos en obra utilizando el personal de la construcción, estas viviendas realizadas con técnicas y tecnologías de prefabricación tendrá la misma duración que la vivienda tradicional.



## FICHA DE OBSERVACIÓN

<p align="center"><b>Ficha técnica de observación</b></p>			
Fotografía:		Número de ficha:	001
		Estado vivienda	
		Excelente	
		Bueno	x
		Regular	
		Malo	
		Tipo de cubierta	
		Inclinada	x
		Plana	
		Mixta	
		Número de pisos	
Uno	x		
Ubicación:		Dos	
Huachi Grande		Tres	
		Zona	
Ocupantes		Urbana	
Número	5	Rural	x
Adulto Hombres		Acceso vehicular	
Adulto Mujeres	1	Si	x
Niños	4	No	
Redes		Materiales	
Agua potable	x	Techo	
Energía eléctrica	x	Hormigón	
Alcantarillado		Madera	
Teléfono		Metal	x
Internet		Estructura	
Alumbrado público		Hormigón	x
Crecimiento construcción		Madera	
Si		Metal	
No	x	Pisos	
Fotografía del crecimiento:		Hormigón	x
		Cerámica	
		Tierra	
		Paredes	
		Bloque	x
		Ladrillo	
		Madera	
		Adobe	
		Ventanas	
		Aluminio	
		Madera	
Metal	x		



Ficha técnica de observación				
Fotografía:	Número de ficha:	002		
	Estado vivienda			
	Excelente			
	Bueno	x		
	Regular			
	Malo			
	Tipo de cubierta			
	Inclinada	x		
	Plana			
	Mixta			
	Número de pisos			
Uno	x			
Ubicación: Huachi Grande	Dos			
	Tres			
	Zona			
Ocupantes		Urbana		
Número	5	Rural		
Adulto Hombres	1	Acceso vehicular		
Adulto Mujeres	1	Si	x	
Niños	3	No		
Redes		Materiales		
Agua potable	x	Techo		
Energía eléctrica	x	Hormigón		
Alcantarillado		Madera		
Teléfono	x	Metal	x	
Internet		Estructura		
Alumbrado público		Hormigón	x	
Crecimiento construcción		Madera		
Si		Metal		
No	x	Pisos		
Fotografía del crecimiento:	Hormigón			
	Cerámica		x	
	Tierra			
	Paredes			
	Bloque			x
	Ladrillo			x
	Madera			
	Adobe			
	Ventanas			
	Aluminio			x
	Madera			
	Metal			



Ficha técnica de observación			
Fotografía:		Número de ficha:	003
		Estado vivienda	
		Excelente	
		Bueno	
		Regular	X
		Malo	
		Tipo de cubierta	
		Inclinada	X
		Plana	
		Mixta	
		Número de pisos	
Uno			
Ubicación:	Dos	X	
Huachi Grande	Tres		
		Zona	
Ocupantes		Urbana	
Número	6	Rural	X
Adulto Hombres	2	Acceso vehicular	
Adulto Mujeres	1	Si	X
Niños	3	No	
Redes		Materiales	
Agua potable	X	Techo	
Energía eléctrica	X	Hormigón	
Alcantarillado	X	Madera	X
Teléfono	X	Metal	
Internet		Estructura	
Alumbrado público	X	Hormigón	X
Crecimiento construcción		Madera	
Si	X	Metal	
No		Pisos	
Fotografía del crecimiento:		Hormigón	
		Cerámica	X
		Tierra	
		Paredes	
		Bloque	X
		Ladrillo	
		Madera	
		Adobe	
		Ventanas	
		Aluminio	
		Madera	
Metal	X		

Ficha técnica de observación			
Fotografía:	Número de ficha:	004	
	Estado vivienda		
	Excelente		
	Bueno	X	
	Regular		
	Malo		
	Tipo de cubierta		
	Inclinada	X	
	Plana		
	Mixta		
	Número de pisos		
Uno	X		
Ubicación: Huachi Grande	Dos		
	Tres		
	Zona		
Ocupantes		Urbana	
Número	4	Rural	
Adulto Hombres	1	Acceso vehicular	
Adulto Mujeres	1	Si	
Niños	2	No	X
Redes		Materiales	
Agua potable	X	Techo	
Energía eléctrica	X	Hormigón	
Alcantarillado		Madera	X
Teléfono		Metal	
Internet		Estructura	
Alumbrado público		Hormigón	X
Crecimiento construcción		Madera	
Si		Metal	
No	X	Pisos	
Fotografía del crecimiento:	Hormigón		X
	Cerámica		
	Tierra		
	Paredes		
	Bloque		
	Ladrillo		X
	Madera		
	Adobe		
	Ventanas		
	Aluminio		
	Madera		
	Metal		X

<b>Ficha técnica de observación</b>			
Fotografía:		Número de ficha:	005
		Estado vivienda	
		Excelente	X
		Bueno	
		Regular	
		Malo	
		Tipo de cubierta	
		Inclinada	X
		Plana	
		Mixta	
		Número de pisos	
Uno	X		
Ubicación:		Dos	
Huachi Grande		Tres	
		Zona	
Ocupantes		Urbana	
Número	3	Rural	X
Adulto Hombres	1	Acceso vehicular	
Adulto Mujeres	1	Si	X
Niños	1	No	
Redes		<b>Materiales</b>	
Agua potable	X	Techo	
Energía eléctrica	X	Hormigón	
Alcantarillado	X	Madera	
Teléfono	X	Metal	X
Internet		Estructura	
Alumbrado público		Hormigón	
Crecimiento construcción		Madera	
Si	X	Metal	X
No		Pisos	
Fotografía del crecimiento:		Hormigón	
		Cerámica	X
		Tierra	
		Paredes	
		Bloque	X
		Ladrillo	
		Madera	
		Adobe	
		Ventanas	
		Aluminio	X
		Madera	
Metal			



Ficha técnica de observación					
Fotografía:		Número de ficha:	006		
		Estado vivienda			
		Excelente			
		Bueno	x		
		Regular			
		Malo			
		Tipo de cubierta			
		Inclinada			
		Plana		x	
		Mixta			
		Número de pisos			
Ubicación:		Uno			
Techo Propio		Dos	x		
		Tres			
		Zona			
Ocupantes		Urbana	x		
Número	4	Rural			
Adulto Hombres	1	Acceso vehicular			
Adulto Mujeres	1	Si	x		
Niños	2	No			
Redes		Materiales			
Agua potable	x	Techo			
Energía eléctrica	x	Hormigón	x		
Alcantarillado	x	Madera			
Teléfono	x	Metal			
Internet	x	Estructura			
Alumbrado público	x	Hormigón	x		
Crecimiento construcción		Madera			
Si	x	Metal			
No		Pisos			
Fotografía del crecimiento:		Hormigón			
		Cerámica	x		
		Tierra			
		Paredes			
		Bloque		x	
		Ladrillo			
		Madera			
		Adobe			
		Ventanas			
		Aluminio		x	
		Madera			
Metal					

Ficha técnica de observación			
Fotografía:	Número de ficha:	007	
	Estado vivienda		
	Excelente		
	Bueno		
	Regular	X	
	Malo		
	Tipo de cubierta		
	Inclinada	X	
	Plana		
	Mixta		
	Número de pisos		
Uno	X		
Ubicación: Techo Propio	Dos		
	Tres		
	Zona		
Ocupantes		Urbana	
Número	5	Rural	
Adulto Hombres	1	Acceso vehicular	
Adulto Mujeres	1	Si	X
Niños	3	No	
Redes		Materiales	
Agua potable	X	Techo	
Energía eléctrica	X	Hormigón	
Alcantarillado		Madera	
Teléfono	X	Metal	X
Internet		Estructura	
Alumbrado público		Hormigón	
Crecimiento construcción		Madera	
Si	X	Metal	X
No		Pisos	
Fotografía del crecimiento:	Hormigón		
	Cerámica		X
	Tierra		
	Paredes		
	Bloque		
	Ladrillo		X
	Madera		
	Adobe		
	Ventanas		
	Aluminio		X
	Madera		
Metal			

Ficha técnica de observación			
Fotografía:		Número de ficha: 008	
	Estado vivienda		
	Excelente		
	Bueno		X
	Regular		
	Malo		
	Tipo de cubierta		
	Inclinada		X
	Plana		
	Mixta		
	Número de pisos		
Uno		X	
Dos			
Tres			
Ubicación:		Zona	
Techo Propio			
Ocupantes		Urbana	
Número		6	
Adulto Hombres		1	
Adulto Mujeres		1	
Niños		4	
Redes		Rural	
Agua potable		X	
Energía eléctrica		X	
Alcantarillado		X	
Teléfono		X	
Internet		X	
Alumbrado público		X	
Crecimiento construcción		Acceso vehicular	
Si		Si	
No		No	
Fotografía del crecimiento:		Si	
	Hormigón		
	Cerámica		
	Tierra		
	Paredes		
	Bloque		X
	Ladrillo		
	Madera		
	Adobe		
	Ventanas		
	Aluminio		X
Madera			
Metal			

Ficha técnica de observación			
Fotografía:		Número de ficha:	009
		Estado vivienda	
		Excelente	
		Bueno	X
		Regular	
		Malo	
		Tipo de cubierta	
		Inclinada	
		Plana	X
		Mixta	
		Número de pisos	
Uno	X		
Ubicación:		Dos	
Techo Propio		Tres	
		Zona	
Ocupantes		Urbana	X
Número	4	Rural	
Adulto Hombres	1	Acceso vehicular	
Adulto Mujeres	1	Si	X
Niños	2	No	
Redes		Materiales	
Agua potable	X	Techo	
Energía eléctrica	X	Hormigón	X
Alcantarillado	X	Madera	
Teléfono	X	Metal	
Internet	X	Estructura	
Alumbrado público	X	Hormigón	X
Crecimiento construcción		Madera	
Si	X	Metal	
No		Pisos	
Fotografía del crecimiento:		Hormigón	
		Cerámica	X
		Tierra	
		Paredes	
		Bloque	X
		Ladrillo	X
		Madera	
		Adobe	
		Ventanas	
		Aluminio	X
		Madera	
Metal			

Ficha técnica de observación				
Fotografía:		Número de ficha: 010		
	Estado vivienda			
	Excelente			
	Bueno		X	
	Regular			
	Malo			
	Tipo de cubierta			
	Inclinada			
	Plana		X	
	Mixta			
	Número de pisos			
Uno		X		
Dos				
Tres				
Ubicación:		Zona		
Techo Propio				
Ocupantes		Urbana	X	
Número		5	Rural	
Adulto Hombres		Acceso vehicular		
Adulto Mujeres		2	Si	X
Niños		3	No	
Redes		Materiales		
Agua potable		X	Techo	
Energía eléctrica		X	Hormigón	X
Alcantarillado		X	Madera	
Teléfono		X	Metal	
Internet		X	Estructura	
Alumbrado público		X	Hormigón	X
Crecimiento construcción		Madera		
Si		X	Metal	
No			Pisos	
Fotografía del crecimiento:		Hormigón		
	Cerámica		X	
	Tierra			
	Paredes			
	Bloque		X	
	Ladrillo		X	
	Madera			
	Adobe			
	Ventanas			
	Aluminio		X	
	Madera			
Metal				

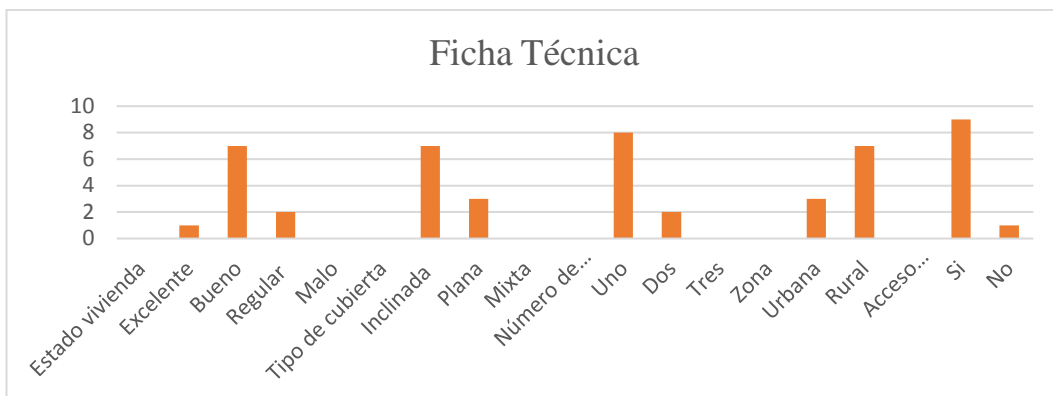


Gráfico 29: Tabla de Observación  
Fuente: Elaboración propia

Según la ficha de observación el estado en el que se encuentra la vivienda en un 70% en bueno y aceptable, teniendo una cubierta inclinada en un 70% y cubierta plana en 30%. Las viviendas de interés social en su mayor parte son de un piso, pero hay un 20% que lo realiza de dos pisos y se encuentra tanto en la zona urbana con 30% y rural con 70%, teniendo un 90% al acceso vehicular.

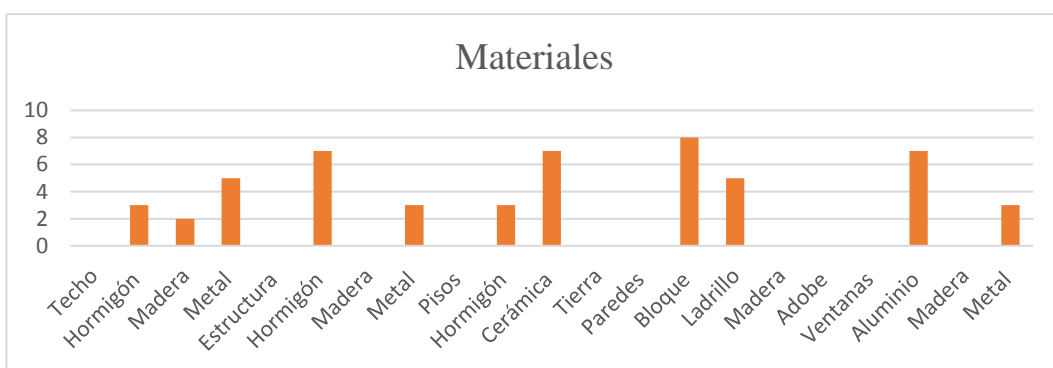


Gráfico 30: Tabla de Observación  
Fuente: Elaboración propia

Los materiales más utilizados en las viviendas son el hormigón y el acero tanto para la cubierta y estructura, en el piso es el cerámica, para las paredes es el bloque y el ladrillo y en las ventanas el aluminio y cristal.

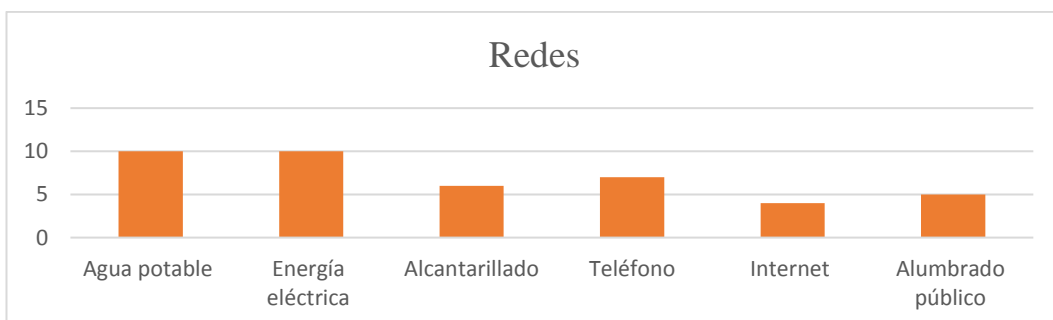


Gráfico 31: Tabla de Observación  
Fuente: Elaboración propia

Las vivienda en un 100% tienen redes de agua potable y energía eléctrica, en un 70% teléfono, en 60% alcantarillado, en 50% alumbrado público y en un 40% internet. Demostrándonos que las viviendas si tienen los servicios básicos para habitar y vivir dignamente.

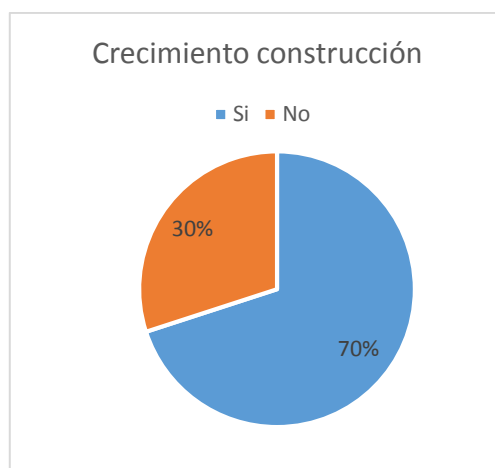


Gráfico 32: Tabla de Observación  
Fuente: Elaboración propia

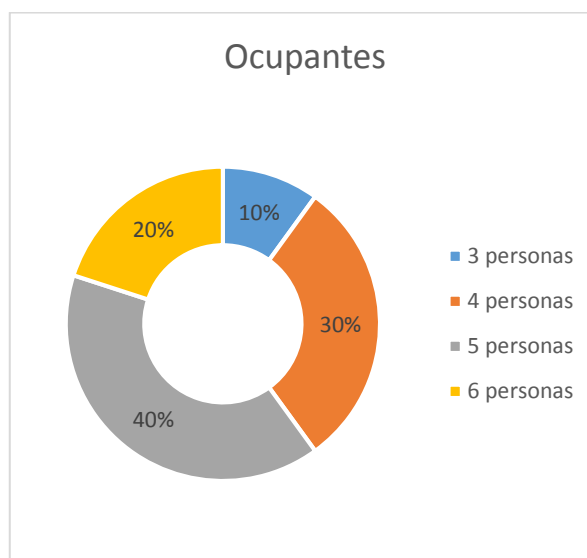


Gráfico 33: Tabla de Observación  
Fuente: Elaboración propia

La mayoría de viviendas se encuentran habitadas por familias de entre cinco a seis personas, y en un porcentaje menor de entre tres a cuatro personas, por esta razón el 70% de las viviendas han sufrido cambios y crecimientos, para poder tener más ambientes para habitar. Las modificaciones que realizan a las viviendas son de una forma desordenada y utilizando los mismos materiales de construcción.

## **VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **PRUEBA DEL CHI CUADRADO**

**TEMA: “La prefabricación constructiva de un prototipo simulado de vivienda de interés social”**

#### **Hipótesis alternativa**

H1: El material de la prefabricación es útil en la construcción ya que aumenta la productividad de la ejecución de una vivienda de interés social.

#### **Hipótesis Nula**

H0: El material de la prefabricación no es útil en la construcción ya que aumenta la productividad de la ejecución de una vivienda de interés social.

#### **Señalamiento de variables**

##### **Variable independiente**

La prefabricación

##### **Variable dependiente**

Vivienda de interés social

#### **Descripción de la población**

Se procedió a extraer una muestra de 340 usuarios, a los cuales se les aplicó un cuestionario sobre la actividad que contiene distintas categorías.



**Para la comprobación de la hipótesis se ha elegido las siguientes preguntas**

**1.- Pregunta 9**

¿A su criterio los sistemas constructivos prefabricados son utilizados para la vivienda de interés social?

<b>Alternativa</b>	<b>Frec.</b>	<b>%</b>
Si	44	13%
No	296	87%
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>

**2.- Pregunta 8**

¿Si se ofertaría un tipo de vivienda de interés social con material prefabricado lo adquiriría?

<b>Alternativa</b>	<b>Frec.</b>	<b>%</b>
Si	220	65%
No	120	35%
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>

**ANÁLISIS DE HIPÓTESIS A TRAVÉS DEL ESTIMADOR ESTADÍSTICO CHI CUADRADO**

**Tablas de contingencia:**

Observados

	<b>VI</b>	<b>VD</b>	<b>Total</b>
<b>A</b>	44	220	264
<b>B</b>	296	120	416
<b>Total</b>	<b>340</b>	<b>340</b>	<b>680</b>

Tabla 19: Observados pregunta 8 y 9  
Fuente: Elaboración propia

Esperados

	<b>VI</b>	<b>VD</b>	<b>Total</b>
<b>A</b>	132	132	264
<b>B</b>	208	208	416
<b>Total</b>	340	340	680

Tabla 20: Esperados pregunta 8 y 9  
Fuente: Elaboración propia

$$E = \frac{(a+b) \times (a+c)}{n} \quad E = \frac{(a+b) \times (b+d)}{n} \quad E = \frac{(c+d) \times (a+c)}{n} \quad E = \frac{(c+d) \times (b+d)}{n}$$

Tabla del chi cuadrado

<b>O</b>	<b>E</b>	<b>O-E</b>	<b>(O-E)2</b>	<b>(O-E)2/E</b>
44	132	-88	7744	58,66667
220	132	88	7744	58,66667
296	208	88	7744	37,23077
120	208	-88	7744	37,23077
<b>Total</b>				191,79487

Tabla 21: Tabla de Chi-cuadrado  
Fuente: Elaboración propia

$$X_{ij}^2 = \sum_{ij} \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

Grados de libertad

$$GL = (c-1) (f-1)$$

C= # de columnas

F= # de filas internas

Nivel de confianza = 0,05%

## Especificación de las regiones de aceptación y rechazo

Para decidir sobre estas regiones primero determinamos los grados de libertad, conociendo que el cuadrado está formado por 2 filas y 2 columnas.

$$gl = (F-1)(c-1)$$

$$gl = (2-1)(2-1)$$

$$gl = 1$$

Entonces con 1 gl de significación de 0.05 tenemos en la tabla de  $\chi^2$  un valor de 3.84. Por consiguiente se acepta la hipótesis nula para todo valor de la  $\chi^2$  que este dentro del rango 3.84 y se rechaza la hipótesis nula cuando los valores calculados son mayores a 3.84

### **La representación gráfica sería:**

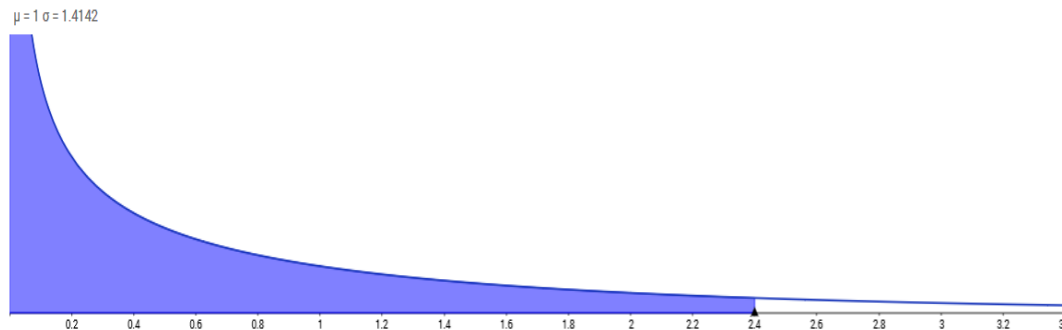


Gráfico 34: Verificación de hipótesis  
Fuente: Elaboración propia

## Decisión

Para 1 grados de libertad a un nivel de referencia de 0.05, según la tabla se obtiene 3.84, pero como el valor del  $\chi^2$  calculado es de 191.79 y se encuentra fuera del margen de aceptación, entonces se rechaza la hipótesis nula, que lo que se acepta la hipótesis alternativa que dice: **“El material de la prefabricación es útil en la construcción ya que aumenta la productividad de la ejecución de una vivienda de interés social.”**

## Tomando la tabla de distribución del Chi – Cuadrado

g= grados de libertad p= área de la derecha

g	p										
	0.001	0.025	0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9	0.95	0.975	0.999
1	10.827	5.024	3.841	2.706	1.323	0.455	0.102	0.016	0.004	0.001	0
2	13.815	7.378	5.991	4.605	2.773	1.386	0.575	0.211	0.103	0.051	0.002
3	16.266	9.348	7.815	6.251	4.108	2.366	1.213	0.584	0.352	0.216	0.024
4	18.466	11.143	9.488	7.779	5.385	3.357	1.923	1.064	0.711	0.484	0.091
5	20.515	12.832	11.07	9.236	6.626	4.351	2.675	1.61	1.145	0.831	0.21
6	22.457	14.449	12.592	10.645	7.841	5.348	3.455	2.204	1.635	1.237	0.381
7	24.321	16.013	14.067	12.017	9.037	6.346	4.255	2.833	2.167	1.69	0.599
8	26.124	17.535	15.507	13.362	10.219	7.344	5.071	3.49	2.733	2.18	0.857
9	27.877	19.023	16.919	14.684	11.389	8.343	5.899	4.168	3.325	2.7	1.152
10	29.588	20.483	18.307	15.987	12.549	9.342	6.737	4.865	3.94	3.247	1.479
11	31.264	21.92	19.675	17.275	13.701	10.341	7.584	5.578	4.575	3.816	1.834
12	32.909	23.337	21.026	18.549	14.845	11.34	8.438	6.304	5.226	4.404	2.214
13	34.527	24.736	22.362	19.812	15.984	12.34	9.299	7.041	5.892	5.009	2.617
14	36.124	26.119	23.685	21.064	17.117	13.339	10.165	7.79	6.571	5.629	3.041
15	37.698	27.488	24.996	22.307	18.245	14.339	11.037	8.547	7.261	6.262	3.483
16	39.252	28.845	26.296	23.542	19.369	15.338	11.912	9.312	7.962	6.908	3.942
17	40.791	30.191	27.587	24.769	20.489	16.338	12.792	10.085	8.672	7.564	4.416

Tabla 22: Valores de x distribución Ji-cuadrado  
Fuente: Irene Patricia Valdez y Alfaro

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **CONCLUSIONES**

Los sistemas constructivos prefabricados resistentes, livianos, lineales y normalizados en hormigón y madera son una opción válida para crear viviendas de interés social, gracias a sus ventajas, beneficios y características que nos brinda la prefabricación, reflejadas en su relación costo - beneficio y la duración de la obra.

La alta demanda de la vivienda de interés social, su calidad discutible, son las razones de comenzar a construir viviendas de interés social o de bajo costo con sistemas prefabricados.

El manejo de los sistemas constructivos prefabricados y la aplicación en la construcción de viviendas, nos permite generar soluciones habitacionales, utilizando al máximo sus características y ventajas.

#### **RECOMENDACIONES**

Observar soluciones de viviendas con sistemas prefabricados en otros países desarrollados, recopilando información sobre su aplicación y sus características principales para implantarlo en nuestro territorio.

Analizar la relación costo, mano de obra de la construcción tradicional, con la prefabricada estableciendo diferencias y similitudes en obra, observando la planificación y organización del constructor.

Diseñar catálogos de los diferentes sistemas constructivos prefabricados utilizados en la vivienda social, para facilitar el aprendizaje de la mano de obra en la construcción.

## CAPÍTULO VI LA PROPUESTA

### TEMA

**“La prefabricación constructiva de un prototipo simulado de vivienda de interés social.”**

### DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente proyecto se encuentra ubicado en América del Sur, Ecuador; constituido por 4 regiones y 24 provincias. Estando en la provincia de Tungurahua, que se encuentra en el centro del país y la región sierra, teniendo una división política de 9 cantones. Ubicándose en el cantón de Ambato, constituido por 19 parroquias tanto urbanas como rurales.

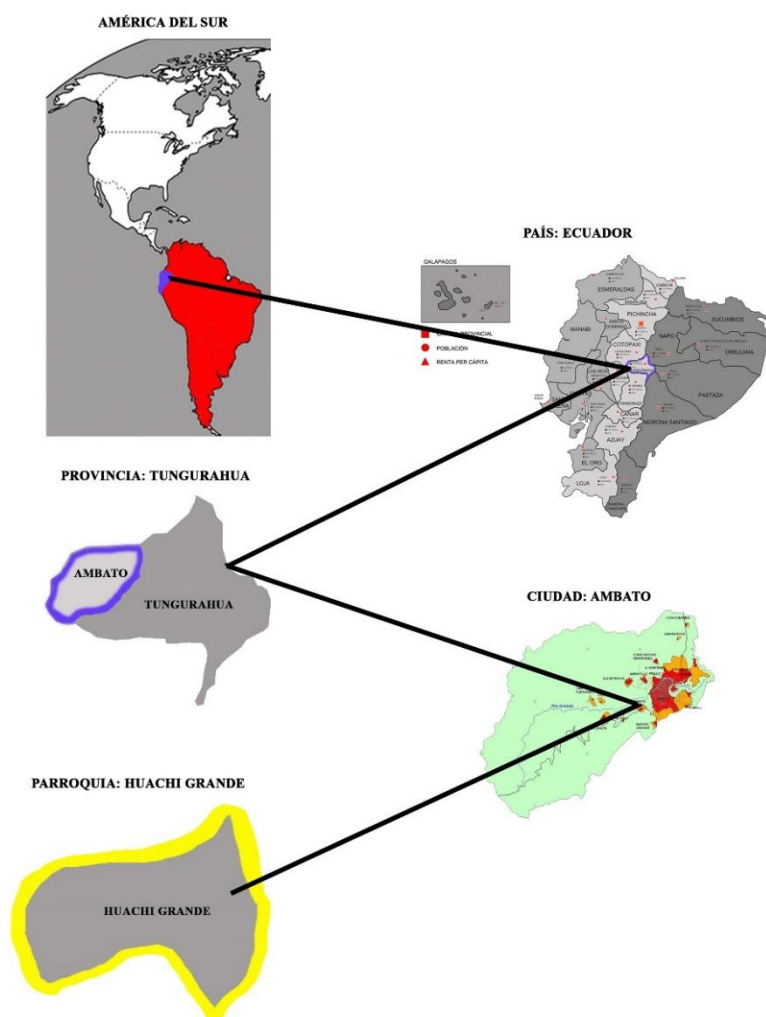


Gráfico 35: Ubicación  
Fuente: Elaboración propia

Se encuentra en la parroquia rural de Huachi Grande al sur de Ambato, a una distancia de 7 km, por la vía panamericana sur hacia Riobamba, entre las calles Camino Real y Garcés A. Estando a una altura de 2650 msnm y limitando, al sur el Cantón Tisaleo, al este con la parroquia de Montalvo y Totoras, al oeste la parroquia de Santa Rosa y al norte la ciudad de Ambato. UTM con WGS 84; X=763617.4806 y Y=9855346.5015.



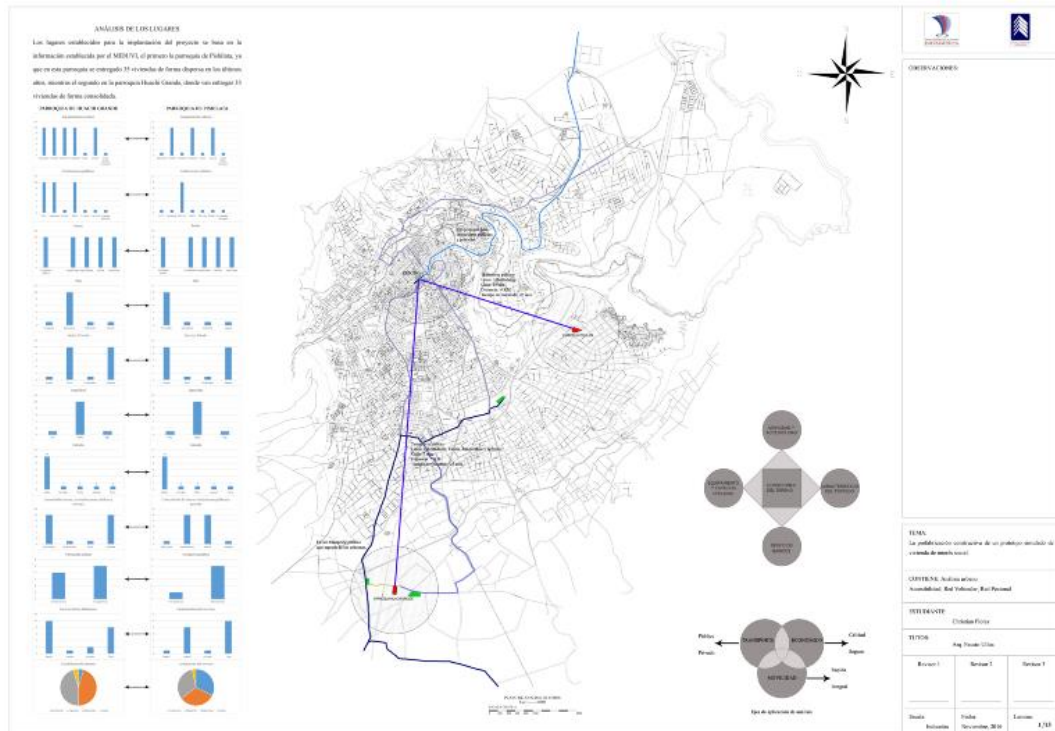
Gráfico 36: Ubicación terreno  
Fuente: elaboración propia

Para establecer el lugar de emplazamiento del proyecto, se basa en la información emitida por el MIDUVI, proporcionándonos dos lugares para realizar la implantación del proyecto.

El primer terreno y lugar de emplazamiento se encuentra en la Parroquia de Pishilata, ya que en esta parroquia se entregaron 35 viviendas de forma dispersa en los últimos años y existe un gran número de personas que han solicitado vivienda al MIDUVI.

El segundo terreno y lugar de emplazamiento se encuentra en Huachi Grande, donde van a entregar 33 viviendas de MIDUVI, de forma consolidada con el nuevo programa del gobierno. Este proyecto se encuentra en planeación para los próximos años.

Se estableció un análisis comparativo y de observación entre los dos terrenos, para establecer el más idóneo para la implantación del proyecto.



Anexo 1: Análisis de lugares de emplazamiento  
Fuente: Elaboración propia

## **Naturaleza del proyecto**

El proyecto está dirigido a la aplicación de los sistemas constructivos prefabricados, en el diseño de un prototipo de vivienda de interés social. El elemento prefabricado a utilizar es el hormigón celular con muros portantes y acero para él entre piso y la cubierta.

## **Responsable del proyecto**

El presente proyecto es de autoría propia, elaborado por Christian José Flores Meneses.



## **JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

El trabajo de investigación está enfocado en la generación de un prototipo de vivienda, para las personas de escasos recursos económicos, brindando una solución arquitectónica y técnica al gran déficit habitacional que existe actualmente en el Ecuador, al igual que en todos los países en vías al desarrollo.

Requiriendo soluciones autosuficientes e industrializadas, generando conciencia y respeto sobre la naturaleza, no forzando las condiciones para obtener una respuesta optima a la solución implementada.

En la generación del prototipo de vivienda de interés social, se aplicará soluciones tecnologías y técnicas como la prefabricación, utilizando materiales o elementos prefabricados que sean semejantes a los materiales existentes en el contexto inmediato de implantación, y movilizand o varios sectores económicos como la industria y la artesanía.

Estas viviendas prefabricadas serán construidas a partir de unos módulos estandarizados y de fácil transporte a la obra, en donde el montaje será manual con la utilización de equipo liviano como: grúa, tecl e entre otros, optimizando el tiempo de construcción de la vivienda. La mano de obra empleada en la construcción de la vivienda será del beneficiario, con la dirección técnica de un profesional en el área de la construcción.

Esta vivienda también está enfocada en reducir los gastos de construcción, utilizando métodos y técnicas apropiados para no producir desperdicios (modular en taller los elementos prefabricados), y así generar una optimización en los costos de la obra. Ofreciendo a las familias ecuatorianas seguridad sismoresistentes ha eventos naturales.

## **OBJETIVO DE LA PROPUESTA**

### **Objetivo general**

Diseño un prototipo de vivienda de interés social, aplicando sistemas constructivos prefabricados.

### **Objetivos específicos**

Realizar módulos estandarizados aplicando la prefabricación para la construcción de la vivienda de interés social.

Establecer una adecuada relación costo beneficio en la construcción de la vivienda de interés social.

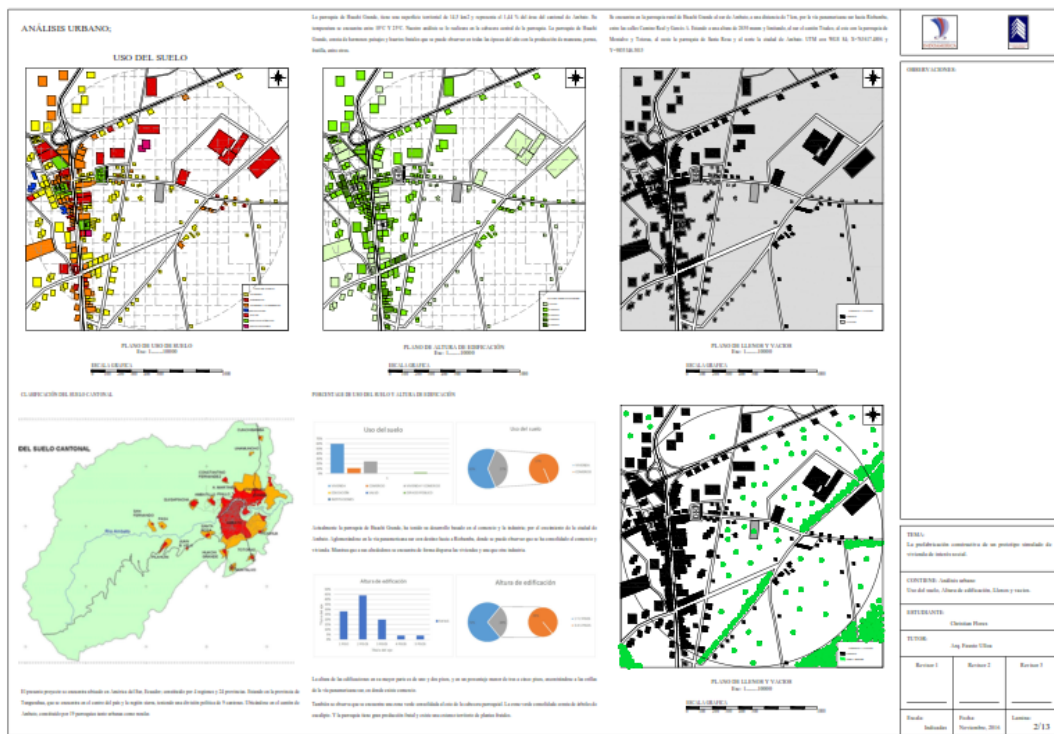
Realizar el diseño y la planificación de la vivienda de interés social, obteniendo una obra seca, a partir de los cimientos.

## DESARROLLO DE LA PROPUESTA

### Análisis urbano

#### Análisis de uso del suelo

La parroquia de Huachi Grande, tiene una superficie territorial de 14,5 km<sup>2</sup> y representa el 1,44 % del área del cantonal de Ambato. Su temperatura oscila entre 10°C y 25°C. El análisis se realizará en la cabecera central de la parroquia. La parroquia de Huachi Grande, consta de hermosos paisajes y huertos frutales que se puede observar en todas las épocas del año con la producción de manzana, peras, frutilla, entre otros.



Anexo 2: Análisis de uso del suelo  
Fuente: Elaboración propia

La parroquia de Huachi Grande en un 70% es agrícola y el 30% se divide entre el comercio, industria y vivienda. El comercio y la industria se han desarrollado por el crecimiento de la ciudad de Ambato, aglomerándose en la vía panamericana sur hacia Riobamba, mientras que a sus alrededores se encuentra de forma dispersa las viviendas.

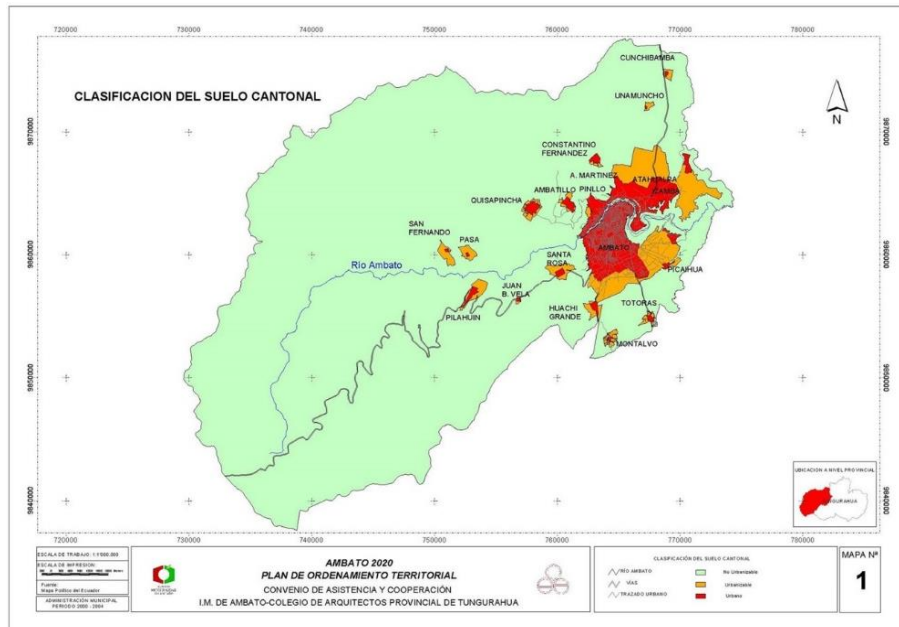


Gráfico 37: Clasificación del suelo  
Fuente: Plan de ordenamiento territorial de Ambato

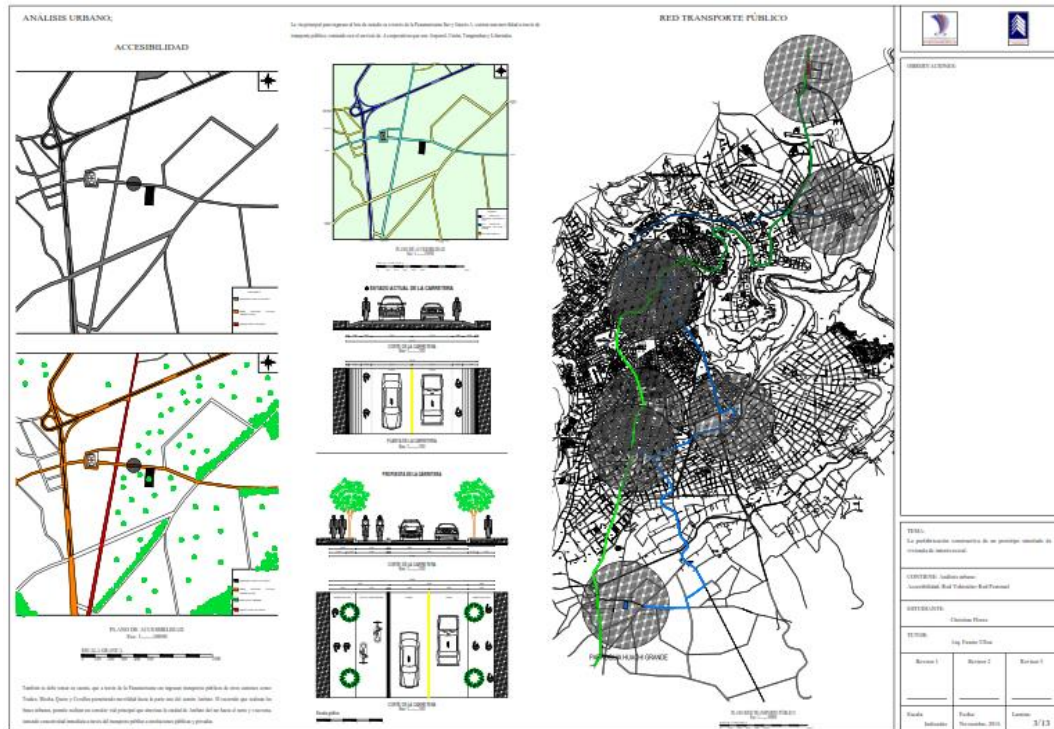
La altura de las edificaciones en su mayor parte es de uno y dos pisos, y en un porcentaje menor de tres a cinco pisos, encontrándose a las orillas de la vía panamericana sur, también se observa que se encuentra una zona verde consolidada al este de la cabecera parroquial.

### Accesibilidad

La vía principal para ingresar al lote de estudio es a través de la Panamericana Sur y Garcés Álvarez, existe una movilidad a través de transporte público, contando con el servicio de 4 cooperativas que son: Jerpazol, Unión, Tungurahua y Libertadores.

También se debe tomar en cuenta, que a través de la Panamericana sur ingresan transportes públicos de otros cantones como: Tisaleo, Mocha, Quero y Cevallos permitiendo movilidad hacia la parte este del cantón Ambato.

El recorrido que realizan los buses urbanos, permite realizar un corredor vial principal que atraviesa la ciudad de Ambato del sur hacia el norte y viceversa, teniendo conectividad inmediata a través del transporte público a instituciones públicas y privadas. Siendo el transporte público fundamental para movilizar a las personas a realizar sus actividades cotidianas.



Anexo 3: Análisis de accesibilidad  
Fuente: Elaboración propia

## Clima

Según el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) el clima en el Ecuador consta de diversas variaciones, influidas por las corrientes marinas del Pacífico y por cordillera de los Andes, generando variaciones en el clima por la ubicación con relación a la altitud sobre el nivel del mar; que va desde 1000 hasta 6310 msnm., generando diferentes zonas climáticas desde tropical hasta muy frías, teniendo en cuenta que la temperatura descende un grado por cada 200 metros de altura en relación al nivel del mar.

El clima en el sector de estudio (Huachi Grande) es templado, por lo que se encuentra en el valle andino, teniendo una temperatura promedio de 18°C.

## Temperatura

La temperatura que se encuentra en el lugar de estudio es estable, por lo general en el día se tiene temperaturas de 17-19°, mientras que en la noche se encuentra desde 8-9°, teniendo una diferencia en la temperatura de 10-11°. Existiendo variaciones de temperatura de acuerdo a los meses que oscila entre -1° como el mínimo y hasta 28° como máximo.

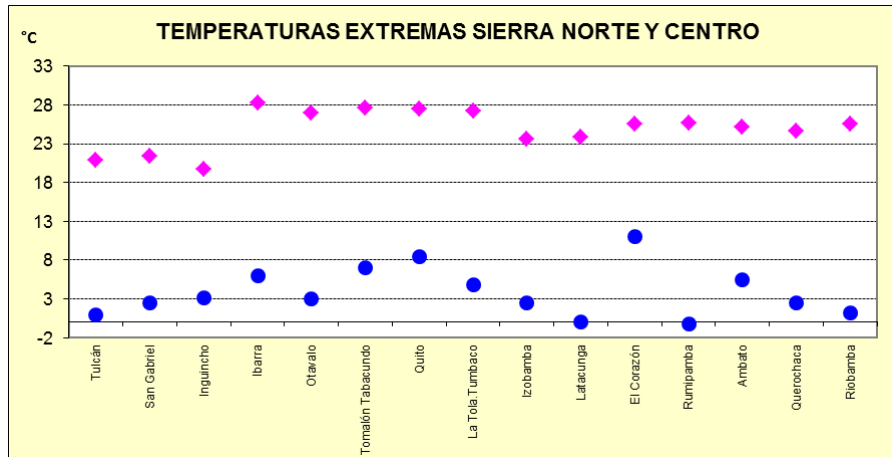


Gráfico 38: Clima de Ambato  
Fuente: INAMHI

### Clima En Ambato

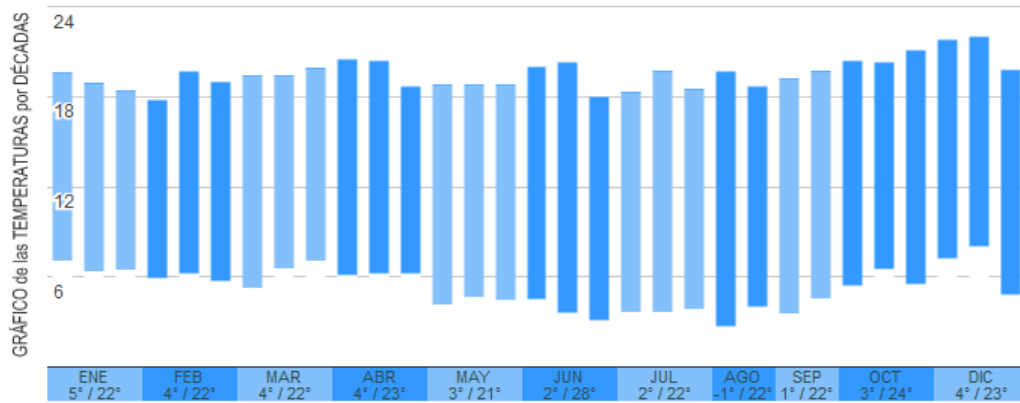


Gráfico 39: Clima de Ambato  
Fuente: Copyright © 2012 ClimaEnElMundo.com

### Humedad

La humedad relativa de la ciudad de Ambato es irregular, teniendo un promedio anual de 76,3% a 77,72% máximo y un mínimo de 55,06%.

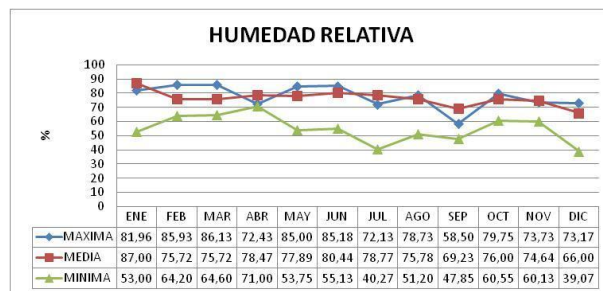


Gráfico 40: Humedad relativa  
Fuente: INAMHI

## Vientos

Los vientos son predominantes, provienen del sur este con mayor densidad mientras por el noreste con menor densidad. La velocidad media anual del viento máximo es de 6,5 m/s y el mínimo es de 4,4 m/s.

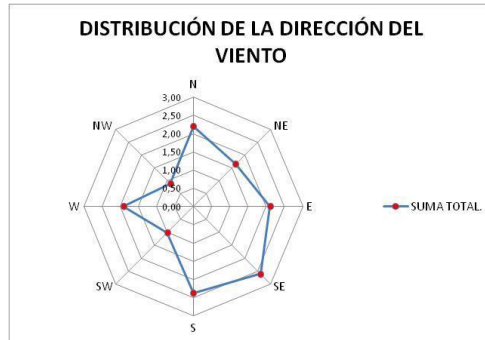
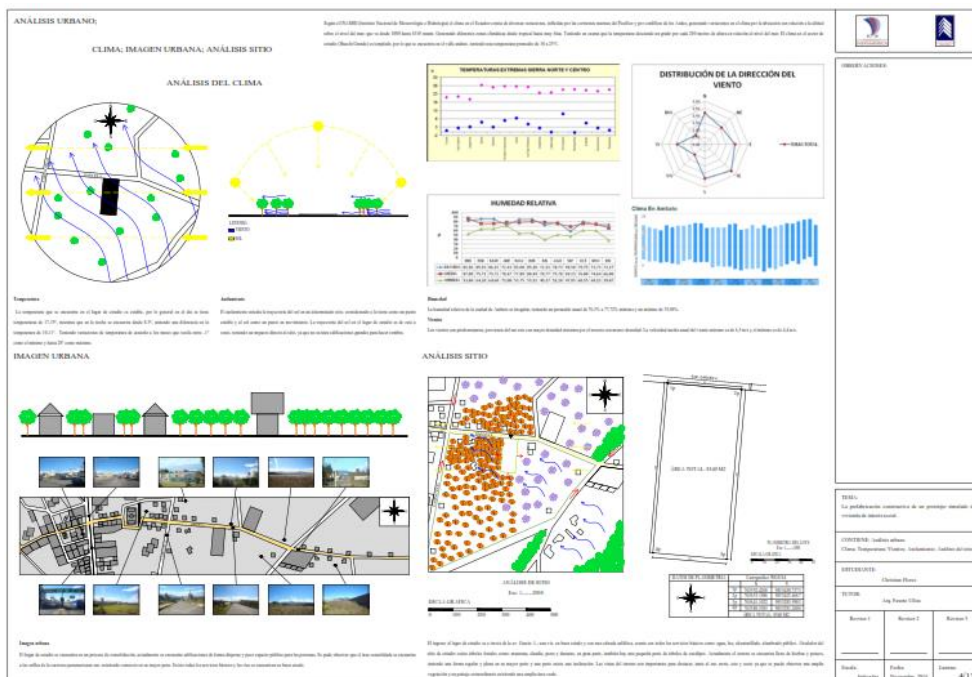


Gráfico 41: Distribución de la dirección del viento  
Fuente: INAMHI

## Asolamiento

El asolamiento estudia la trayectoria del sol en un determinado sitio, considerando a la tierra como un punto estable y al sol como un punto en movimiento. La trayectoria del sol en el lugar de estudio es de este a oeste, teniendo un impacto directo al sitio, ya que no existen edificaciones grandes para hacer sombra.



Anexo 4: Análisis de clima, imagen urbana y sitio  
Fuente: Elaboración propia

## **Imagen urbana**

El lugar de estudio se encuentra en un proceso de consolidación, actualmente se encuentra edificaciones de forma dispersa y poco espacio público para las personas. Se puede observar que el área consolidada se encuentra a las orillas de la carretera panamericana sur, existiendo comercio en su mayor parte. Existe todos los servicios básicos y las vías se encuentran en buen estado.

Se puede observar que existe una extensa vegetación de plantas frutales (durazno, pera y claudia) y árboles de eucalipto.

## **Análisis del sitio**

El ingreso al lugar de estudio es a través de la av. Garcés A.; una vía en buen estado y con una calzada asfáltica, consta con todos los servicios básicos como: agua, luz, alcantarillado, alumbrado público.

Alrededor del sitio de estudio existe árboles frutales como: manzana, claudia, pera y durazno, en gran parte, también hay una pequeña parte de árboles de eucalipto. Actualmente el terreno se encuentra lleno de hierbas y pencos, teniendo una forma regular y plana en su mayor parte y una parte existe una inclinación.

Las vistas del terreno son importantes para destacar, tanto al sur, norte, este y oeste ya que se puede observar una amplia vegetación y un paisaje extraordinario existiendo una amplia área verde.

## **CONCEPTUALIZACIÓN – PARTIDO ARQUITECTÓNICO**

El desarrollo conceptual del proyecto parte de la mezcla de lo urbano con lo arquitectónico, teniendo un rol importante al momento de crear hábitat. Asumiendo un respeto por el entorno y el paisaje del lugar de emplazamiento.

Para el proyecto arquitectónico se plantea una arquitectura moderna: con estructura portante (1), planta libre (2) y fachada lineal (3). Proponiendo que la edificación tenga un manejo puro de los materiales; el hormigón celular visto, teniendo un ingreso frontal y lineal. Logrando que la luz natural tome un papel importante dando vida a los espacios, resaltando las cualidades naturales.



### 1.- Estructura portante.

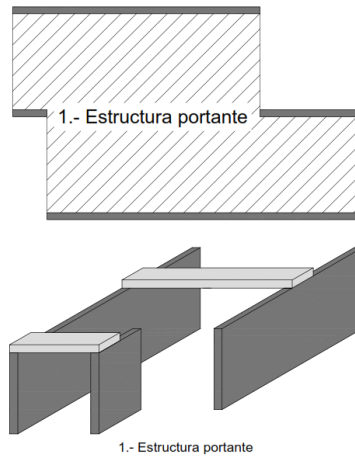


Gráfico 42: Partido Arquitectónico.  
Fuente: Elaboración propia

### 2.- Planta libre.

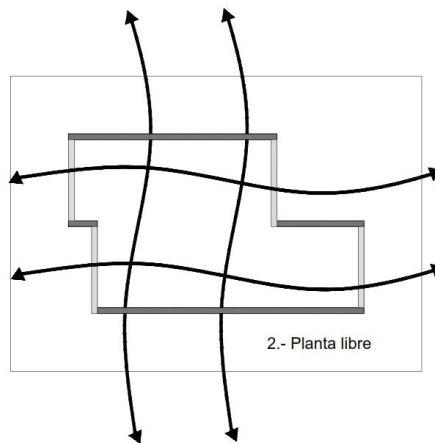


Gráfico 43: Partido Arquitectónico.  
Fuente: Elaboración propia

### 3.- Fachada lineal.

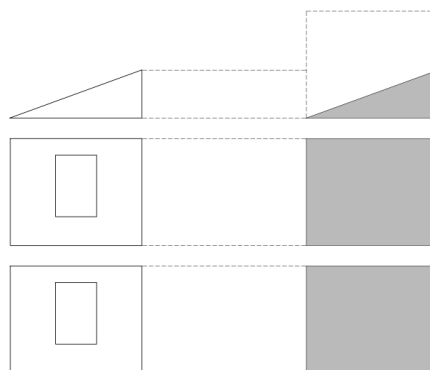


Gráfico 44: Partido Arquitectónico.  
Fuente: Elaboración propia

La vivienda tiene que ser modulada con los materiales prefabricados adecuados al clima del lugar de emplazamiento, utilizando mano de obra y equipo liviano, obteniendo una construcción fácil, rápida, duradera y de bajo costo.

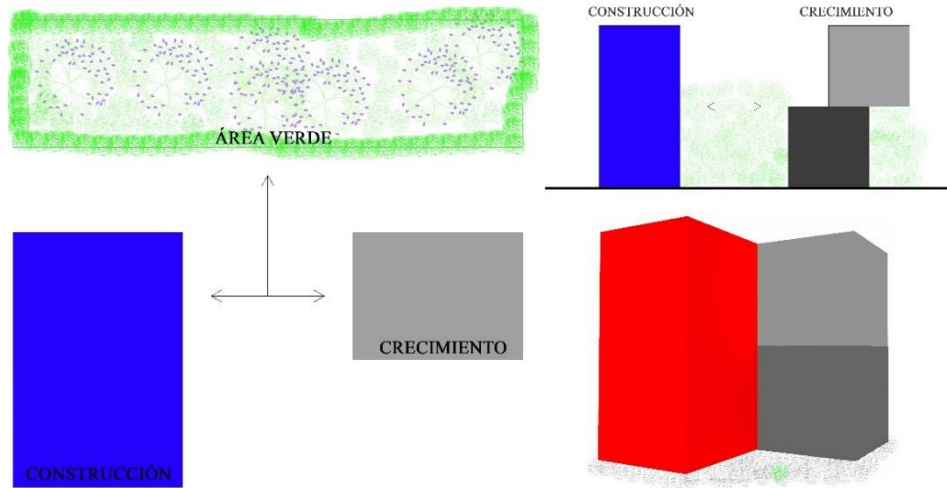


Gráfico 45: Partido Arquitectónico.  
Fuente: Elaboración propia

El proyecto plantea una solución de vivienda de interés social, para la ciudad de Ambato específicamente en la parroquia de Huachi Grande. La solución arquitectónica, proyecta a realizar un conjunto habitacional con espacios verdes semi-privados y públicos.

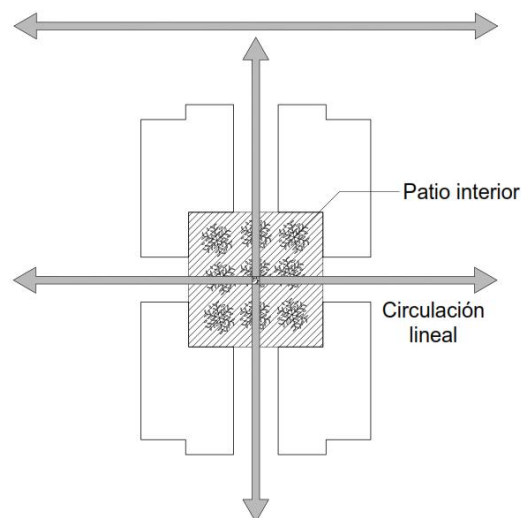


Gráfico 46: Partido Arquitectónico.  
Fuente: Elaboración propia

Existen varias tipologías arquitectónicas de vivienda de interés social o residencial, que plantea varios modos de entender el hábitat para nuestro proyecto. Desarrollando una arquitectura integradora con el lugar de emplazamiento del proyecto, integrando la naturaleza con los espacios verdes creados, siendo una solución ambientalmente sostenible.

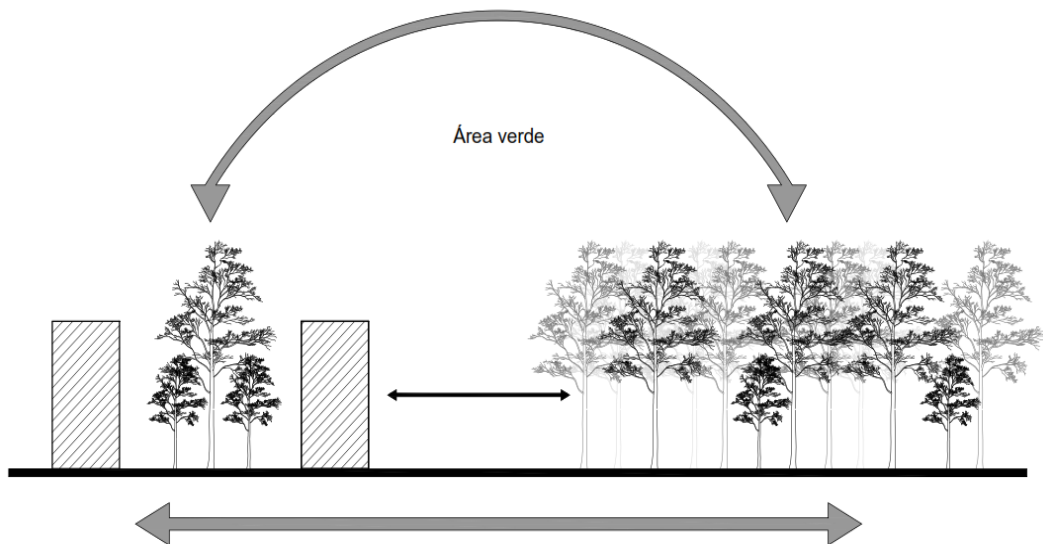


Gráfico 47: Partido Arquitectónico.  
Fuente: Elaboración propia

El diseño de la vivienda de interés social, se establecerá por los siguientes parámetros:

Establecer las necesidades espaciales de las personas que lo habitaran.

Realizar una planta arquitectónica libre.

Circulación lineal para la distribución de los ambientes.

Eficiencia el consumo de energía.

Área para recreación de los ocupantes; e integración con otras familias.

Modulación de la vivienda con los elementos prefabricados.

Obra húmeda solo en los cimientos.

Obra seca para el resto de la edificación.

## **MATERIAL PARA LA PREFABRICACIÓN**

Los materiales prefabricados para la vivienda de bajo costo, pueden ser hechos en madera, acero, hormigón, entre otros; dependiendo sus características y ventajas que tenga cada material.

Observando el contexto de implantación del proyecto, el hormigón es el material más utilizado, teniendo como desventaja su peso tanto en la estructura y mampostería. Pero realizando una investigación se puede observar que existen hormigones livianos y entre ellos el hormigón celular.

El hormigón celular alcanza un peso mínimo de 250 kg/m<sup>3</sup> a un peso máximo de 1800 kg/m<sup>3</sup> teniendo las mismas características del hormigón común, y estableciendo una comparación entre los dos hormigones sobre su peso, el hormigón celular llega a pesar entre un 10 y 87 % menos que el hormigón común.

### **Hormigón celular**

#### Antecedentes

Después de la segunda guerra mundial y por consecuencia de ello, se crea un nuevo material constructivo que tenga las mismas características y ventajas de los materiales utilizados hasta eso entonces, creando el hormigón celular para la reconstrucción de Alemania. Este hormigón celular fue creado gracias a la investigación y la necesidad de un material nuevo para la construcción, por Dr. Axel Ericsson en Suecia.

Luego se crearon empresas productoras de hormigón celular, entre las más importantes tenemos; Ytong (Alemania), Hebel (Alemania) y H + H (Dinamarca), estableciendo elementos prefabricados para la construcción de vivienda, edificios y construcciones monumentales.

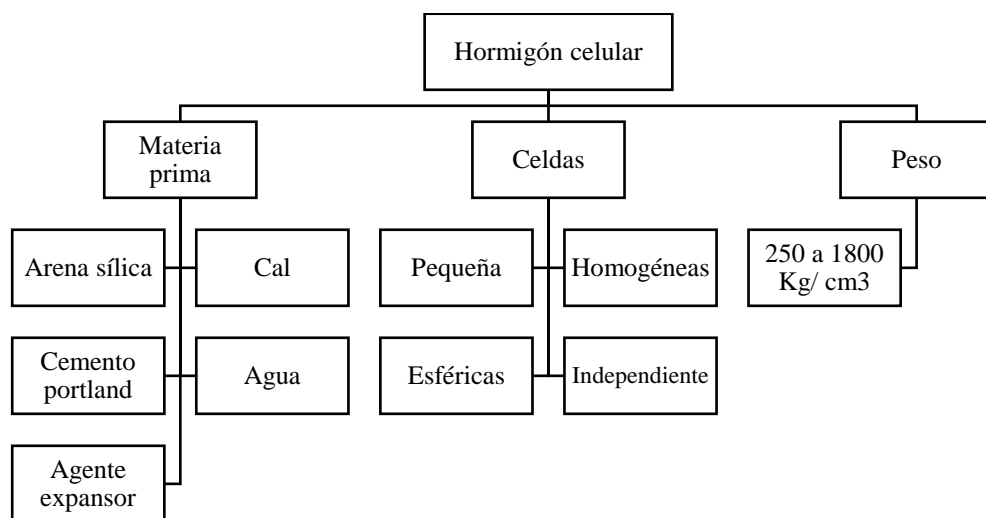
Llegando a utilizarse el hormigón celular en diferentes países como; Estados Unidos de Norteamérica e Inglaterra, y años más tarde llega a América Latina a México, Brasil, Chile y Argentina, con la representación de una firma Alemana, siendo en México donde más se ha realizado construcciones con hormigón celular.

“Hoy en día Hebel es, no tan solo un material de construcción, es todo un sistema constructivo. Actualmente existen unidades de producción en más de 30 países del mundo en los cuales, Hebel ha demostrado su eficacia a través de millones de metros cuadrados de construcción con altas normas de calidad.” (Lechuga Duarte, 2002)

### **Definición**

“El hormigón celular fue creado con el objetivo de encontrar un material de construcción que presentara las características positivas de la madera (aislamiento, solidez y trabajabilidad) y dejara de lado sus desventajas (combustión, fragilidad y necesidad de mantenimiento).” (Arce , Aldana , Mendoza , & Polanco, 2011.)

El hormigón celular también es conocido como hormigón airado, ya que está compuesto de agua, arena, cemento, cal y un agente expansor. El agente expansor produce aire o gas en el interior del hormigón entre un 30 y 60 por ciento del volumen total de la pieza o elemento prefabricado que será utilizado como elemento estructural, mientras en la pieza que no se utiliza como elemento estructural, el aire o gas puede ocupar el 70 y 85 por ciento del volumen total de la pieza o elemento prefabricado.



Cuadro 4: Hormigón celular  
Fuente: Elaboración propia

*“El concreto celular se puede definir como una mezcla con estructura más o menos homogénea de silicatos de calcio en granos finos que contiene pequeñas celdas de aire no comunicadas entre sí. Es un material de peso ligero que puede ser elaborado con o sin agregados y adicionando a sus componentes un gas o una espuma que reacciona químicamente.”* (Ramírez Zamora, 2007)

Mientras el Instituto Americano de Concreto (ACI) define al concreto ligero celular *“aquel en el cual todo o parte del agregado grueso es sustituido por burbujas de gas o aire.”* (Cervantes Abarca, 2008)

Este tipo de hormigón se realiza con los mismos materiales que el hormigón tradicional, excepto el agregado grueso de cuarzo (ripio), que son remplazados por agentes químicos para producir células de aire. Estos agentes son espumantes que se utiliza en el proceso de mezclado donde generan hidrógeno, peróxido o polvo blanqueador, polvo de aluminio, que reaccionan a la mezcla con sustancias alcalinas.

Estas células que producen se distribuyen por toda la mezcla del elemento prefabricado que varía de 0.05 a 1.5 mm de diámetro, en forma de esfera ya que debe tener la protección del cemento en todo el proceso de curado y secado.

### **Características del hormigón celular**

Y según el investigador Arturo Lechuga y Juan Ramírez, las características del hormigón celular son:

- Exactitud dimensional
- Peso ligero
- Resistencia al fuego
- Aislamiento térmico
- Durabilidad
- Garantía de calidad
- Aislamiento acústico
- No toxico
- Versatilidad y resistencia
- Rapidez de construcción

- Resistencia al tráfico peatonal
- Incombustible y no desagradable
- Humedad
- Densidad

Dadas las características que nos ofrece el hormigón celular se puede utilizar en diferentes climas como cálidos y fríos. Teniendo una rápida adaptación a las características del entorno.

*“Clima cálido, ya sea húmedo o seco, con invierno templado y verano demasiado caliente. En estos lugares debe evitarse el empleo de materiales pesados que propicien la acumulación de calor hasta un nivel que imposibilite su enfriamiento. Los habitantes de las zonas desérticas han recurrido a lo largo del tiempo a viviendas construidas con materiales ligeros. El concreto celular se encuentra en el grupo de los materiales ligeros y además evita la penetración del calor dentro de la vivienda.*

*Clima frío. En lugares con bajas temperaturas deben utilizarse materiales térmicos para propiciar la acumulación de calor interior evitando el enfriamiento. El concreto aireado se ubica entre los materiales térmicos debido a las células que lo conforman.”* (Ramírez Zamora, 2007)

### **Métodos para formar hormigón celular.**

Son fabricados por la combinación de elementos químicos, para luego realizar una mezcla homogénea con el cemento portland donde se forman burbujas de aire, que cuando se secan forman poros pequeños en el elemento prefabricado.

*“Polvo de aluminio: este reacciona con el hidróxido de cal libre del cemento durante el fraguado y genera hidrógeno en forma de burbujas diminutas, el cual resulta en un aluminato tricálcico hidratado + hidrógeno. La rapidez e intensidad de la reacción depende del tipo y de la cantidad de polvo de aluminio que se agregue a la mezcla, así como de la finura del cemento, temperatura y proporción de los componentes.*

*Polvo de zinc: Con este se forma el zincato de calcio + hidrógeno. En ambos casos el hidrógeno en las células es rápidamente reemplazado por el aire y, por lo tanto, no existe ningún peligro de fuego.*

*Agua oxigenada y polvo bloqueador: Con esta adición se efectúa la siguiente reacción en la cual se desprende oxígeno en vez de hidrógeno; cloruro de calcio + oxígeno + agua.*

*Sulfatos alkyl arul: el sulfonado de lauryl de sodio, ciertos jabones y resinas, aditivos espumantes destinados a extinguir incendios, así como plásticos o resinas sintéticas en estado líquido viscoso. Son apropiadas para la elaboración de concretos colados en sitio.” (Cervantes Abarca, 2008)*

### **Tipos de hormigón celular**

Existen varios tipos de hormigón celular, que está de acuerdo a lo requerido, por el diseñador del proyecto.

#### **Hormigón celular puro**

Se realiza con el empleo de cemento, agua, gas o espumante, sin contener elementos sólidos, teniendo una densidad de 200 a 700 kg/m<sup>3</sup>. Mezclando al inicio el agua y cemento y luego el agente espumante con la medida requerida para lograr una buena consistencia.

#### **Hormigón celular arenado**

Este se realiza con cemento y arena con un diámetro máximo de 4mm y mínimo de 2 mm, y la utilización del espúmate químico, logrando una densidad de 850 a 1900 kg/m<sup>3</sup>.

#### **Hormigón celular agregado ligero**

Su composición es con piedra pómez y arena en una combinación, para mezclar con el cemento y agua, logrando una densidad de 1600 kg/m<sup>3</sup>

#### **Hormigón celular agregado expansivo**

Es una mezcla para realizar en sitio con climas cálidos ya que nos ayuda a retener agua en el proceso del curado. Por lo general son utilizados con estructuras de acero como protección al fuego.



### **Hormigón celular modificado**

Tienen las mismas características de los hormigones antes mencionados, con la diferencia que se aumenta un aditivo para realizar un menor trabajo, y estos se dividen en:

Hormigón celular con aditivo dispersante: sirve para dar mayor participación al espumante, aumentando su fluidez y resistencia quitando una participación de la mezcla de agua, cemento y arena. Con este aditivo se logra una mayor resistencia de hasta un 10% a 40% en una densidad de 1400 kg/m<sup>3</sup> hasta 1750 kg/m<sup>3</sup>.

Hormigón celular con fibras: sirve para remplazar en un porcentaje similar a la arena, ayudando a tener una mezcla mucho más rápida y un secado apropiado para tener una resistencia en el elemento.

Hormigón celular con aditivo expansor: sirve para lograr una mayor expansión y resistencia, y ayuda a compensar la compresión en el secado que es un factor importante en el hormigón celular. Y además se debe tomar en cuenta el acero de refuerzo que es un componente necesario para la expansión.

Hormigón celular con escoria y cenizas volante: es donde nos ayuda a remplazar la arena con la ceniza realizada con combustible reciclado y pulverizado de los molinos, sirve para reducir el tiempo en la mezcla de los componentes, dándonos mayor resistencia al hormigón celular.

Hormigón celular con otros aditivos: es un hormigón que se puede agregar cualquier tipo de componentes como los densificadores, retardantes para los poros, entre otros, con estos componentes se puede lograr una mayor resistencia y menor tiempo de secado del elemento realizado con hormigón celular.

### **Propiedades del hormigón celular**

Según el Congreso Nacional de Administración y Tecnología para la Arquitectura, Ingeniería y Diseño de México, las propiedades del hormigón son las siguientes.

Absorción: debido a la utilización del espumante se ha demostrado que el hormigón celular no consume mucha agua, teniendo la absorción baja. Demostrándonos que cuando existe mayor aire tiene menor consumo de agua, y una relación directa con el espumante químico utilizado.

Resistencia al fuego: tiene una resistencia al fuego similar a la del hormigón común, y sirve para construcciones de viviendas y edificios monumentales con riesgo de incendio.

Además realizando pruebas se ha demostrado que tiene una protección acumulada y prolongada al fuego, sin ocasionar rotura y explosiones del elemento de hormigón celular, a diferencia del hormigón común que tiene una reacción menos favorable.

Intensidad del fuego Kcal/m <sup>2</sup>	Resistencia al fuego (horas)
135,800	0.50
271,500	1.00
407,300	1.50
543,000	2.00

Tabla 23: Intensidad y resistencia del fuego.  
Fuente: Acosta Fonseca Alex Bladymir.

Durabilidad: su duración depende del lugar donde se encuentre el material, dependiendo su clima y ubicación, para poder observar el efecto que tiene hormigón celular sobre el tiempo.

Teniendo las mismas características que nos puede dar una roca, y además su alta resistencia a la compresión nos ayuda a tener un menor peso en el volumen del elemento de construcción.

Calor: el hormigón celular tiene una alta variación térmica, permitiendo acumular calor, obteniendo entre un 20 y 30 % de reducción en el gasto de la calefacción.

Microclima: *“Evita la pérdida de calor en invierno; es resistente a la humedad, permite evitar las temperaturas muy altas en verano y controlar la humedad en el aire absorbiéndola y favorece la creación de un microclima (como una casa de madera).”* (Cervantes Abarca, 2008)

Montaje rápido: gracias a la reducción de peso y a que tiene una baja densidad el hormigón celular, nos permiten tener una mayor ligereza en la realización de elementos de hormigón celular en bloques, teniendo una mayor facilidad de transportarse, permitiéndonos mayor velocidad en la construcción utilizando menor trabajo.

Permitiéndonos realizar cortes en los componentes de hormigón celular por donde se puede enviar o pasar cables o tubos de la construcción. Lo principal que nos puede ofrecer es su alta precisión en los elementos de obra para el montaje.

Aislamiento acústico: tiene una absorción de ruido alta, donde no permite el paso de ruido de una construcción a otra, de igual manera con las paredes interiores no permite el paso de ruido.

Frecuencia					
125	250	500	1000	2000	4000

Coeficiente de absorción					
0,00	0,15	0,25	0,20	0,20	0,20

Tabla 24: Aislamiento acústico.  
Fuente: guía técnica; el hormigón celular YTONG, material de construcción.

Compatibilidad ambiental: este hormigón celular tiene mayor respeto por el medioambiente, siendo solo superado por la madera. En comparación con la madera y el hormigón celular también puede ser reutilizado, sin tener un proceso de separación de materiales. A diferencia del bloque y ladrillo que el coeficiente de compatibilidad es de 10 a 20, el hormigón celular es de 2.

Versatilidad: el hormigón celular se puede realizar en varias formas, ángulos, y componentes requeridos en la construcción, dando un valor estético y estructural a los edificios y viviendas.

Economía: con este hormigón se ahorra un porcentaje considerable haciendo una relación con el hormigón tradicional. Ya que el hormigón celular pesa entre 10 y 87 % menos.

Protección: este hormigón es importante para la protección del fuego, utilizando para aislar el fuego, resistiendo hasta que puedan evacuar y no perder vidas humanas. En pruebas realizadas con un hormigón pesado el fuego intenso por cuatro horas provocó una rotura, mientras en el hormigón celular de 150 mm soporta la misma energía sin tener roturas y puede soportar hasta una temperatura de 1200°C.

Transporte: es de fácil transporte debido a su relación peso – volumen, facilitando la traspotación para la vivienda y edificios.

### **Características vitales**

- *“Aislante térmico y acústico por su bajo peso y densidad variable;*
- *Bombeable y autonivelante por su consistencia que varía de plástica a fluida;*
- *Resistente al tránsito peatonal;*
- *Incombustible y no degradable;*
- *Pigmentable en diversos colores.”* (Cervantes Abarca, 2008)

### **Aplicación del hormigón celular**

De acuerdo a la investigadora Gloria Estrella, en la tecnología en construcción el hormigón celular se aplica en función de su densidad.

#### **“Hormigón celular con densidad entre 250 – 550 (kg/m<sup>3</sup>)**

*Se usa para protección contra incendios y aislamiento térmico (A medida que aumenta el aislamiento térmico disminuye el peso específico y la resistencia mecánica).*

#### **Hormigón celular con densidad entre 600 – 800 (kg/m<sup>3</sup>)**

*Se usa en rellenos, en coberturas ambientales para prevención de derrumbes, cubiertas anti-erosión, impermeabilización, en rellenos detrás de arcos, en reacondicionamiento de sistemas de alcantarillado y mampostería.*

#### **Hormigón celular con densidad entre 800 – 900 (kg/m<sup>3</sup>)**

*Se usa en la construcción de bloques y elementos prefabricados portantes y no portantes, también para particiones, perfiles de balcones, entre otros.*

#### **Hormigón celular con densidad entre 1100 – 1400 (kg/m<sup>3</sup>)**

*Se usa en paredes prefabricados o fundidas en el sitio, ya sean portantes o no portantes se usa con éxito en nivelado de pisos.*

#### **Hormigón celular con densidad entre 1600 – 1800 (kg/m<sup>3</sup>)**

*Se usa en losa y otros elementos portantes, en donde exige mayor resistencia.”*(Estrella, 2012)

### **Producción del hormigón celular**

El hormigón celular puede ser producido en elementos prefabricados y en sitio, dependiendo del lugar de implantación del proyecto.

### **Prefabricados**

El hormigón celular es producido en bloques con dimensiones requeridas comúnmente o especiales y en estructura para vigas, muros, mampostería, losa y dinteles con dimensiones estandarizadas.

El bloque que se realiza con el hormigón celular tiene gran importancia y relevancia, en la industria de la construcción ya que con la característica principal que es la reducción del peso, se puede lograr bloques de gran tamaño, reduciendo el peso muerto que produce en las estructuras y facilitando una construcción más rápida que la construcción normal.

Teniendo varios beneficios para las edificaciones como acústica, resistencia, entre otros, la utilización del hormigón celular nos permite realizar elementos prefabricados con dimensiones grandes y de forma estandarizada para ser utilizados como estructura (muro portante) y no estructura (mampostería).

La elaboración de los prefabricados, se lo realiza en un lugar que tenga un territorio extenso, ya que se necesita ubicar los moldes de los elementos prefabricados, y se requiere de espacio para cortar, curar y secar cada elemento prefabricado. En este proceso influye directamente la temperatura del ambiente, ya que debe ser constante y no tener variaciones bruscas, para que los prefabricados de hormigón celular tengan una calidad alta.

El acero de refuerzo es un elemento importante ya que debe tener una precisión exacta en su colocación, para que las piezas no se puedan dañar en el momento que retire el encofrado. Los moldes donde se vierte el concreto deben quedar parcialmente lleno, para luego de 20 minutos recubrirlo completamente, dejando que se seque por un tiempo de 4 a 6 horas donde el hormigón celular ya habrá fraguado lo requerido para proceder a cortarlo y transportarlo al lugar de construcción de la edificación.

### **Curado del hormigón celular en prefabricados**

*“Curado por lo menos a 21°C o más, como mínimo por siete días si es cemento Portland normal tipo I y por tres días si se utiliza cemento Portland tipo III de resistencia rápida.*

*Curado en autoclave, lugar donde permanecerá de 14 a 28 horas. Bajo una presión aproximada de 10.5 kg /cm<sup>2</sup> y a una temperatura de 185° C. El curado en vapor es necesario para obtener “concreto gas” de primera calidad.*

*Cualquier sistema de curado podrá ser utilizado mientras se conserve el contenido de agua del concreto y se proporcione la máxima calidad de resistencia a los elementos.” (Cervantes Abarca, 2008)*

Cuando se utiliza acero de refuerzo en el curado en autoclave, debe tener una protección para evitar corrosión. Esto se puede lograr recubriendo con el mismo hormigón de mayor espesor, solución bituminosa oxidada, cemento látex, resinas, y aceros pre esforzado.

### **Encofrado para elementos prefabricados**

Existe una gran variedad de encofrados para elementos prefabricados como encofrado de mesa basculante, batería móvil, mesa abatible, para pilares y vigas, pilares y vigas hidráulicos, escalera y multifuncionales. En nuestro caso en particular utilizaremos el encofrado de mesa basculante para elementos prefabricados de hormigón celular.

### **Mesa basculante**

El encofrado de mesa basculante se utiliza para realizar elementos prefabricados fijos de cualquier tipo de hormigón que contenga armadura, teniendo una superficie plana y lisa, garantizándonos una alta calidad en cada elemento prefabricado. Ya que la mesa basculante tiene vibradores de alta resistencia (mezclar hormigón) y con una frecuencia alta, esto nos permite que en hormigón se endurezca rápidamente para producir más elementos prefabricados.



Gráfico 48: Mesa basculante  
Fuente: PRE-FAB, By Weckenmann (Fabrica)

El sistema hidráulico de la mesa basculante puede girar hasta los 75°, lo que facilita la transportación de cada elemento prefabricado. Cabe señalar que en este tipo de mesa se puede realizar diferentes elementos prefabricados, en los cuales se utilizará de acuerdo al molde ya establecido por el constructor.

### **Ventajas del encofrado mesa basculante:**

Producción rápida y simple.

Fácil de utilizar el encofrado.

Compactación del hormigón con la armadura.

Eficiencia energética con el curado del hormigón y su encofrado.

### **Colocado en sitio**

La colocación del espumante que se realiza en sitio es fácil, ya que tiene la misma mezcla que el hormigón común con un porcentaje menor de acuerdo a lo requerido. Esta mezcla se realiza con cemento, agua, agregados, aditivos que son colocados de la misma manera que el hormigón común, con la diferencia que se adiciona el espumante diluido en agua.

La cantidad que se agrega del espumante depende directamente del elemento que se realice, su volumen y la densidad que requiera conseguir con la mezcla. Cabe mencionar que el espumante que se agrega debe estar bien mezclado para que en su colocación se logre la expansión total requerida teniendo una distribución homogénea y uniforme en todo el elemento a realizar.

Cuando se cura y se realiza el secado en sitio se debe añadir aditivos y fibras, que no permitir erosionar o fisurar al hormigón celular y el curado es recomendable en autoclave. Se debe tomar en cuenta que el acero de refuerzo nos puede ayudar a el hormigón no se concentre en un solo lado.

Sabiendo que el hormigón celular es fácil de trabajar y moldeable es necesario utilizar retardadores y fluidos, para los climas cálidos para no perder la estructura celular (22 °C+). Y cuando exista clima frío se recomienda calentar el agua para agregar a la mezcla (1 a 40 °C). Este hormigón celular no se puede realizar cuando exista lluvia, granizo y nieve.

Cuando se realice el curado del hormigón celular en sitio debe ser por aspersión o con membrana evitando la pérdida de agua, no permitiendo que se movilizan por este hormigón por el lapso de 4 a 6 horas, para que no se destruya los poros.

*“El colado del concreto aireado debe ser en capas cuyo espesor no sea mayor a 50 cm., para permitir que por sí solo se nivele y se compacte, ya que el compactado con vibrador destruye las células del material.”* (Cervantes Abarca, 2008)

### **Propiedades físicas del hormigón celular**

La principal características del hormigón celular es la densidad, sin dejar a un lado las propiedades térmicas, acústicas, y entre otras, las cuales nos proporcionan grandes ventajas en la construcción. Permitiendo que la persona que lo habite tenga un gran confort y disfrute al máximo de su vivienda.

#### **Resistencia a la compresión**

Varía de acuerdo a la densidad del hormigón celular que es desde 320 hasta 1920 kg/m<sup>3</sup>. Y cuando no tiene aditivo y utiliza la arena tiene un rango de 800 hasta 1920 kg/m<sup>3</sup>, mientras la que se incluye aditivos tiene una densidad de 1360 kg/m<sup>3</sup>. Para colocar el cemento en densidades plásticas que superen los 800 kg/m<sup>3</sup>, necesita la combinación de 390 kg/m<sup>3</sup> de cemento.

Resistencia a la compresión sin aditivos, agregados y secado a horno:

Resistencia a Compresión, Concreto Celular sin aditivos ni agregados, secado en horno	
Densidad (Kg./m <sup>3</sup> )	Resistencia a la compresión (Kg./cm <sup>2</sup> )
320	4.93
400	8.80
480	15.83
560	24.63
600	29.95
700	40.13
800	52.78

Tabla 25: Resistencia a compresión, sin aditivos ni agregados y secado a horno  
Fuente: Nuevas Tecnologías en concretos



## Resistencia en estado plástico a la compresión

Concreto Celular Factor Resistencia en Estado Plástico a la Compresión				
Densidad (Kg./m <sup>3</sup> )	% Arena	% Agua	Cemento (Kg./m <sup>3</sup> )	F'c = (Kg./cm <sup>2</sup> )
960	0.65	0.50	446	35.19
1,120	1.06	0.45	446	42.22
1,280	1.42	0.45	446	52.78
1,440	1.78	0.45	446	91.48
1,600	2.14	0.45	446	126.67
1,760	2.44	0.50	446	175.93
1,920	2.80	0.50	446	247.70

Tabla 26: Resistencia en estado plástico a la compresión  
Fuente: Nuevas Tecnologías en concretos

### **Módulo de elasticidad**

En el hormigón celular es la medida de la deformación del material en condiciones de carga del rango elástico. *“El módulo de elasticidad del concreto aireado está en relación con su densidad y resistencia a la compresión; es bajo con relación al concreto convencional.”* (Cervantes Abarca, 2008)

En pruebas realizadas con y sin materiales pétreos se pudo observar que el módulo de elasticidad es más bajo sin materiales pétreos, y con los materiales pétreos es mucho más alto.

### **Resistencia a la tensión y cortante**

Es un requerimiento que no tiene tanta importancia, pero cuando se lo quiere mejorar se necesita de fibras sobre los paneles que se utilizará en la mampostería y estructura.

Las fibras a utilizar son de vidrio, metal y plástico, y en una investigación realizada en laboratorio, se puede decir que en hormigón celular por su espumante no disminuye la resistencia y cumple las normas ACI 308.

### **Conductividad térmica, resistencia al fuego y permeabilidad**

La conductividad térmica del hormigón celular está establecida de acuerdo a su densidad, resistencia y espesor del elemento prefabricado, ya que a menor densidad existe mayor aislamiento térmico. Donde un factores que influye directamente son los agregados y el tipo de poro que requiera.

### **La conductividad térmica**

Es la que permite que exista paso de energía de un lugar a otro, y es donde el hormigón celular por los poros que posee reduce el paso de temperatura del exterior al interior y además nos ayuda a que el calor no se pierda del interior hacia el exterior.

La conductividad térmica del hormigón celular es igual o similar a la madera y un poco menos que la mampostería de adobe. *“Comparando muros de igual espesor resulta que este concreto de 400 Kg/m<sup>3</sup> aísla nueve veces más que el tabique rojo recocido y once veces más que el concreto común.”* (Cervantes Abarca, 2008)

### **Resistencia al fuego**

En pruebas realizadas en un laboratorio se estableció que las losas soportan una hora fuego directo y los muros hasta cuatro horas, sin afectar las condiciones estructurales.

### **Permeabilidad**

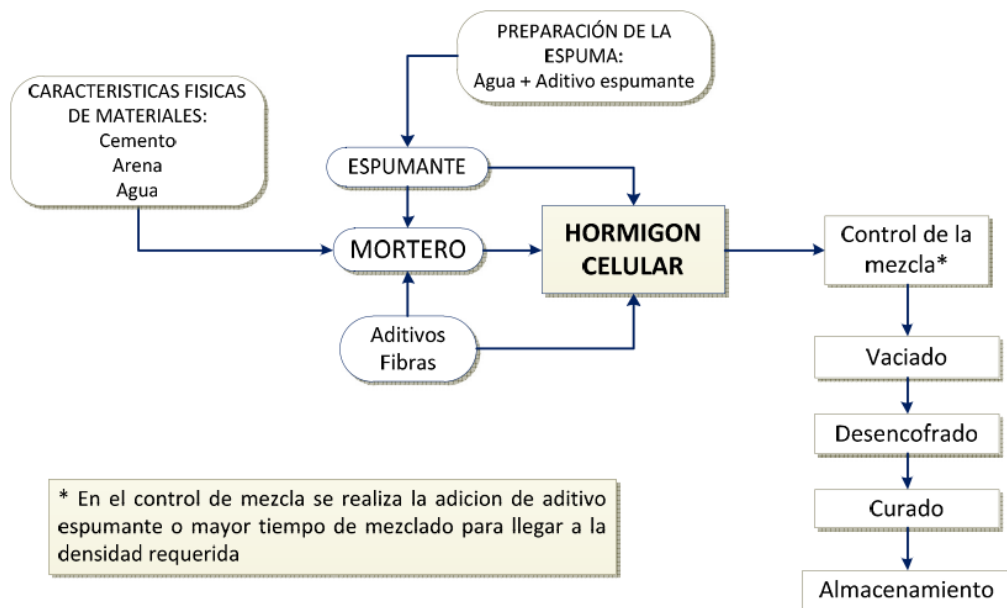
El hormigón celular puede soportar y resistir la lluvia solo con una capa de pintura, pero en condiciones extremas se necesita el apoyo de otros materiales para soportar. Pero no se descarta que este hormigón celular tiene gran resistencia a condiciones extremadamente frías ya que es utilizado en Rusia y Noruega.

### **Proceso de producción**

El proceso de realización del hormigón celular inicia con la mezcla de los materiales arena, agua, cemento, cal y agente expansor, siendo dosificados automáticamente por el peso, y luego vaciados sobre moldes metálicos o de madera, donde el agente expansor realiza varias burbujas dispersadas uniformemente para luego ser secado y cortado con hilo metálico las piezas.

En columnas, losa, vigas y dinteles además de utilizar todos los materiales, se implementa el acero de refuerzo para tener un funcionamiento estructural, para luego pasar a un molde para ser un material prefabricado y de fácil transporte y liviano.

Proceso de producción sin acero de refuerzo.



Cuadro 5: Proceso de producción  
Fuente: Cristina Rengifo y Ruth Yupanqui

Proceso de producción con acero de refuerzo.

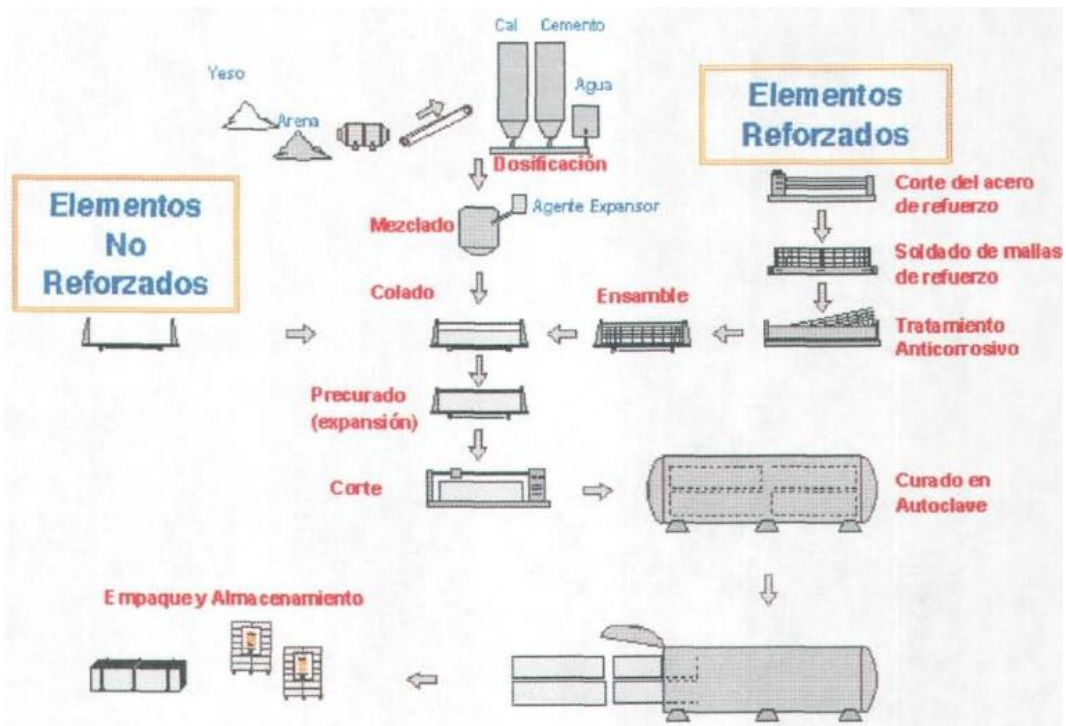


Gráfico 49: Proceso de producción con acero.  
Fuente: Arquitecto Arturo Lechuga

## Productos del hormigón celular

Según algunos investigadores y entre ellos el Arq. Arturo Lechuga, el hormigón celular en diferentes tipos de prefabricados, que son los siguientes.

### Bloque de hormigón celular

Este bloque es utilizado en muros de carga y mampostería, teniendo una longitud estándar de 60 cm y una altura de 20, 40 y 60 cm, con un espesor que varía desde 5 hasta 30 cm, (crecimiento cada 5cm). Además este bloque tiene una densidad nominal de 400 a 600 kg/m<sup>3</sup>. Existiendo un bloque especial de hormigón celular que tiene una longitud de 50cm y 100 cm, con una altura de 30 y 60 cm y el espesor que varía de 10 a 30 cm. (crecimiento cada 2,5 cm).

El peso de cada producto varia de 540 a 780 kg/m<sup>3</sup>, teniendo una conductividad térmica de 0.76 a 1.11 Btu-in/ft<sup>2</sup>h°F.

BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR

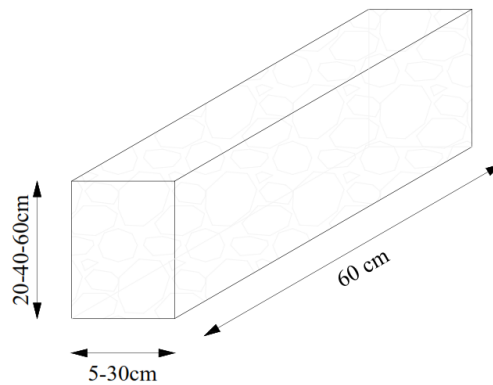


Gráfico 50: Dimensiones del bloque de hormigón celular  
Fuente: Elaboración propia

BLOQUE ESPECIAL

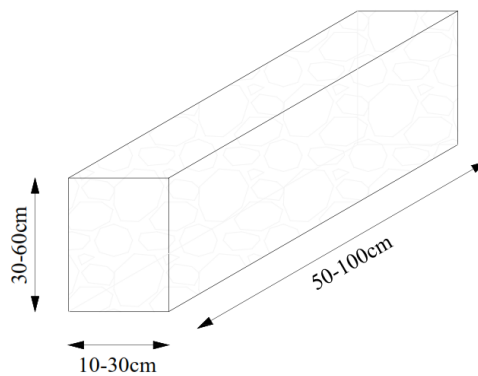


Gráfico 51: Dimensiones del bloque especial de hormigón celular  
Fuente: Elaboración propia

### Paneles de losa

Este tipo de panel es utilizado para realizar losas de entresijos y de azotea, teniendo un diseño que varía en una longitud de 300 a 600 cm y la altura de 50 cm a 60 cm, con un espesor que varía desde 10 hasta 30 cm. Teniendo una densidad nominal de 500 a 600 kg/m<sup>3</sup> dependiendo lo requerido.

Existen paneles de losa para recubrir estructuras metálicas, con las siguientes dimensiones con una longitud 100cm y la altura de 10 a 30 cm, (crecimiento cada 5cm), teniendo un espesor de 5 a 20 cm. (crecimiento cada 2,5 cm).

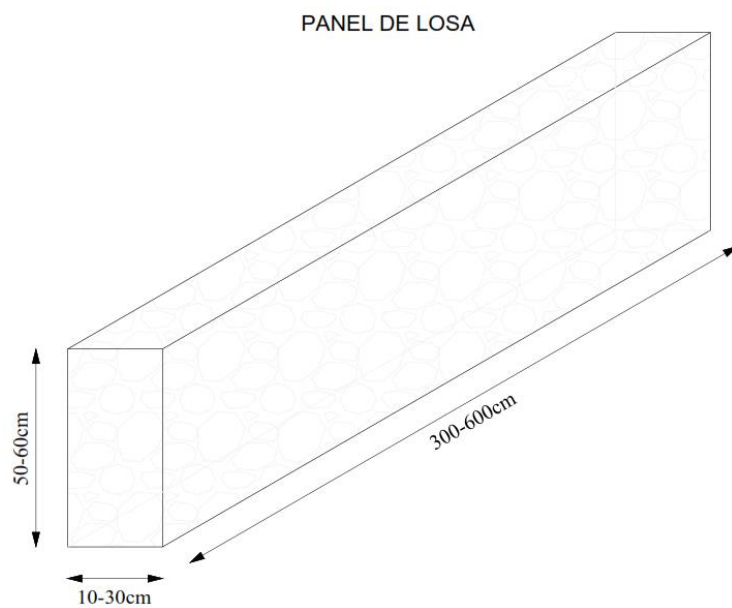


Gráfico 52: Dimensiones panel de losa de hormigón celular.  
Fuente: Elaboración propia

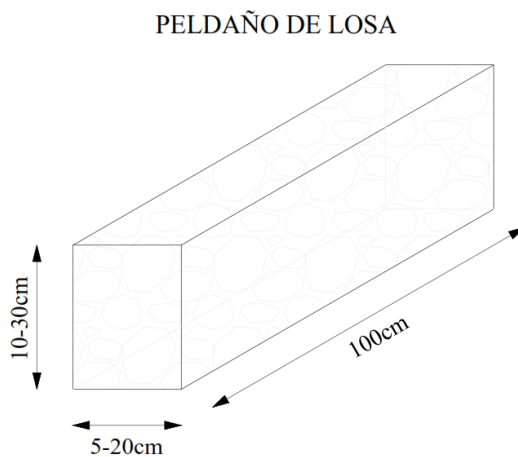


Gráfico 53: Dimensiones peldaño de losa hormigón celular.  
Fuente: Elaboración propia

## Dinteles

Son utilizados para dejar espacios libres tanto para puertas y ventanas, teniendo una longitud que varía de 100, 135, 165 y 200 cm y una altura de 10 a 60 cm, con un espesor de 10 a 30 cm, (crecimiento cada 5cm), con una densidad nominal de 600 kg/m<sup>3</sup>.

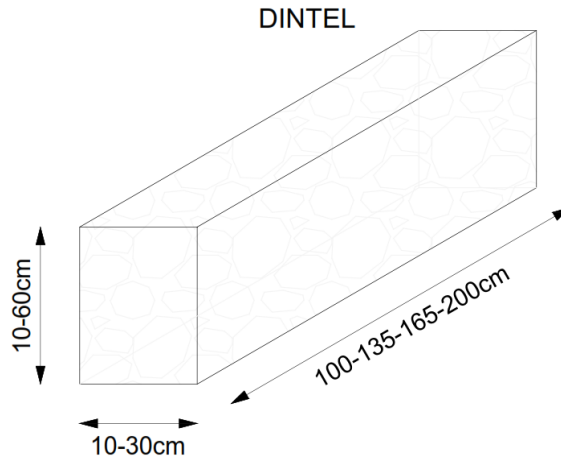


Gráfico 54: Dimensiones del dintel de hormigón celular  
Fuente: Elaboración propia

También existen dinteles especiales para ventanas y puertas, con medidas estandarizadas en forma de U Y L, teniendo un espesor de 20 hasta 36,5 cm., (crecimiento del espesor cada 5cm).

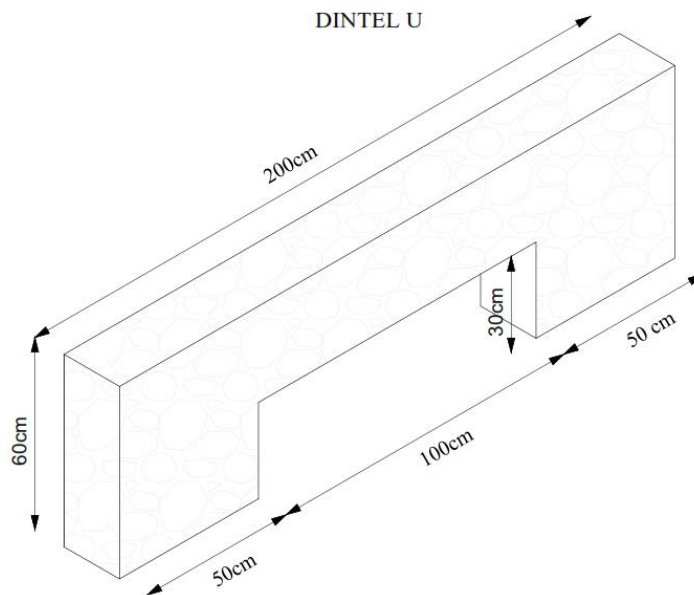


Gráfico 55: Dimensiones dintel en U de hormigón celular.  
Fuente: Elaboración propia

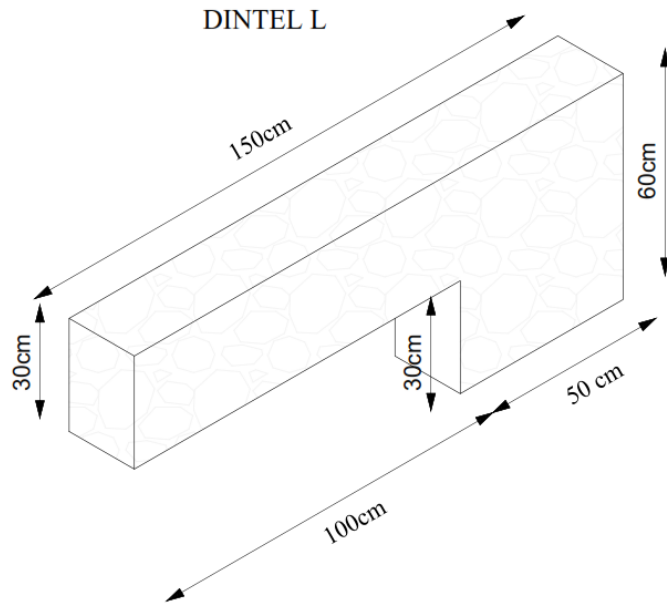


Gráfico 56: Dimensiones dintel en L de hormigón celular.  
Fuente: Elaboración propia

### **Paneles para muro**

Es utilizada para cubrir estructuras tanto metálicas o de concreto, teniendo una longitud de 600 a 601 cm, con una altura de 60 a 61 cm, mientras el espesor va desde 10 a 30 cm. Teniendo una densidad nominal de 500 a 600 kg/m<sup>3</sup>. Existe para muros portantes y no portantes.

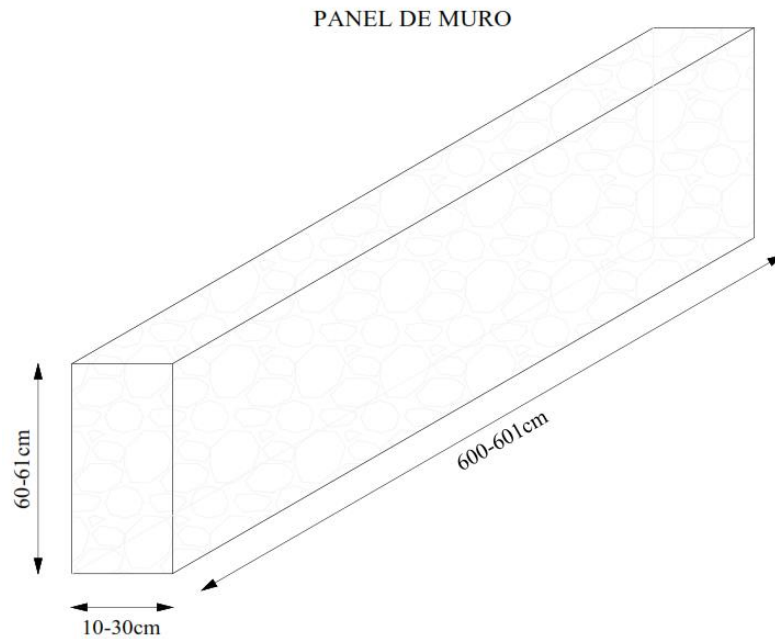


Gráfico 57: Dimensiones del panel de muro de hormigón celular  
Fuente: Elaboración propia

### Peldaños para escaleras

Sirve para realizar escaleras prefabricadas en su totalidad, con una longitud de 90 a 150 cm, (crecimiento cada 10 cm) y con una altura de 30 cm, mientras el espesor varía desde 3 hasta 21 cm (crecimiento cada 3 cm). Teniendo una densidad nominal de 600 kg/m<sup>3</sup>.

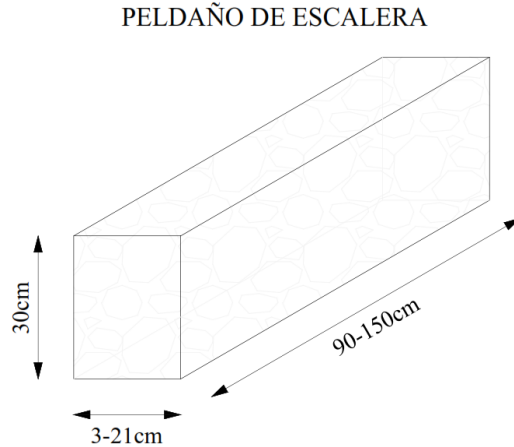


Gráfico 58: Dimensiones del peldaño de escalera de hormigón celular  
Fuente: Elaboración propia

### Muros portantes

Sirve para soportar el peso que transmite las cargas verticales, el espesor mínimo del bloque es de 20 cm con una densidad nominal de 500 kg/m<sup>3</sup>, pero por lo general se recomienda bloques de 25cm con una densidad de 400 kg/m<sup>3</sup>.

Capacidad resistente en t/ml para muros interiores con $\Phi = 0,75$ (*)				
Espesor	20 cm	25 cm	30 cm	36,5 cm
Densidad 350 o 400 kg/m <sup>3</sup>	13,2	16,5	19,8	24,1
Densidad 500 kg/m <sup>3</sup>	16,8	21,0	25,2	30,6

Capacidad resistente en t/ml para muros exteriores con $\Phi = 0,50$ (*)				
Espesor	20 cm	25 cm	30 cm	36,5 cm
Densidad 350 o 400 kg/m <sup>3</sup>	8,8	11,0	13,2	16,1
Densidad 500 kg/m <sup>3</sup>	11,2	14,0	16,8	20,4

Tabla 27: Resistencia del hormigón celular en t/ml en muros portantes  
Fuente: guía técnica; el hormigón celular YTONG, material de construcción

Los elementos o piezas para muros portantes existen en tres tipos con dimensiones estándares, modificando el espesor que varía desde 20 hasta 36,5 cm, (crecimiento del espesor cada 5cm); son esquineros para muro y cimentación, laterales para muros y cimentación y un especial para ventanas.



### MURO PORTANTE ESQUINERO

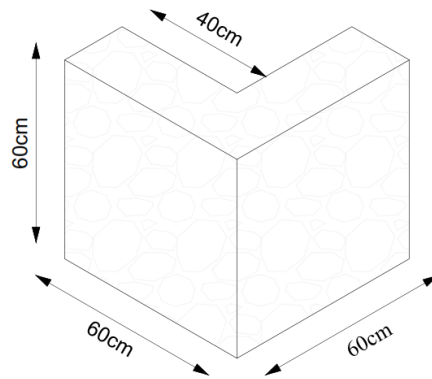


Gráfico 59: Dimensiones muro portante esquinero hormigón celular.  
Fuente: Elaboración propia

### MURO PORTANTE LATERAL

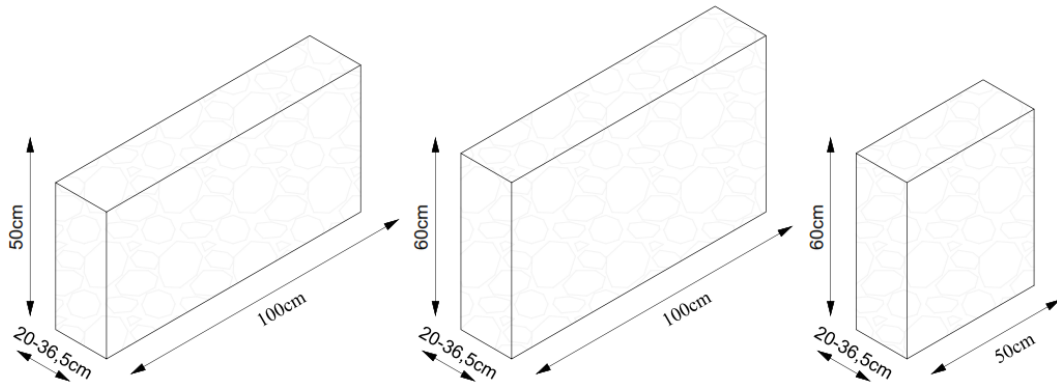


Gráfico 60: Dimensiones muro portante lateral hormigón celular.  
Fuente: Elaboración propia

### MURO PORTANTE VENTANA

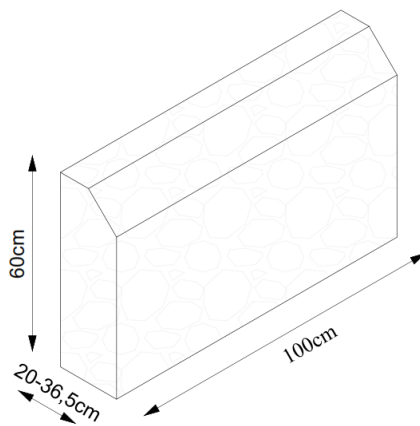


Gráfico 61: Dimensiones muro portante ventana de hormigón celular.  
Fuente: Elaboración propia

### **Bloque liviano de hormigón celular**

Sirve para aligerar el peso de las losas, consta con una longitud de 60cm y una altura de 20 cm, con un espesor que varía desde 15 a 30 cm, con una densidad de 400 kg/m<sup>3</sup>. Este bloque liviano se utiliza por lo general en las losas realizadas en sitio con hormigón celular, o también se lo puede utilizar con los hormigones comunes realizando un recubrimiento con resina en el bloque.

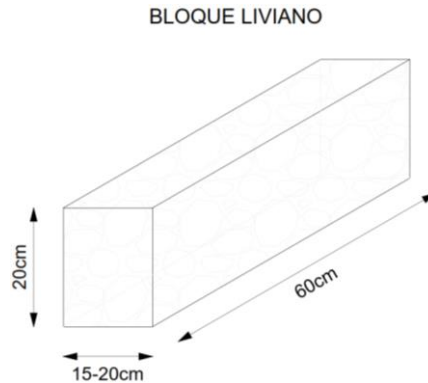


Gráfico 62: Dimensiones del bloque liviano de hormigón celular  
Fuente: Elaboración propia.

### **Bloques y dinteles en U de hormigón celular**

Es utilizado para zuncho o vigas de puerta, ventana, lozas; perimetrales con la característica de encofrado perdido; tanto para los muros soportantes como no soportantes. Los bloques en U, tienen una longitud de 60 cm, con una altura de 20 cm, y con un espesor que varía desde 15 a 30 cm, el espesor de la abertura es de 4 cm. Consta de una densidad nominal de 400 kg/m<sup>3</sup>.

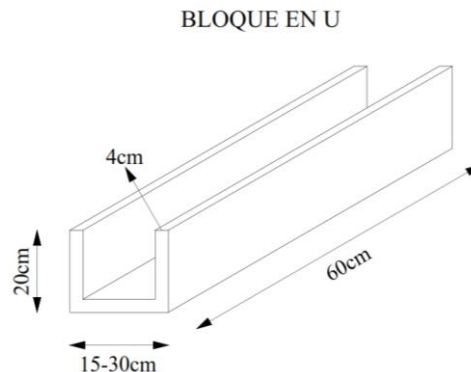


Gráfico 63: Dimensiones del bloque en "U"  
Fuente: Elaboración propia

Los dinteles en u, tiene una longitud de 250 a 600 cm, con un alto de 20 cm, y un espesor que varía desde 15 hasta 30cm, el espesor de la abertura es de 4 cm. Consta de una densidad nominal de 400 kg/m<sup>3</sup>.

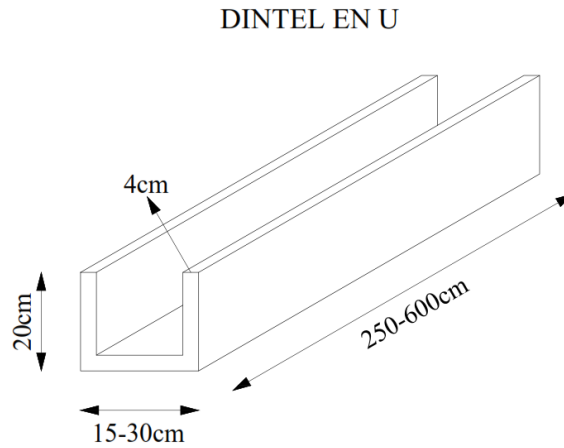


Gráfico 64: Dimensiones dintel en "U"  
Fuente: Elaboración propia

### **Zuncho verticales de hormigón celular**

Es un bloque con un hueco circular con diámetro que varía de acuerdo al espesor del bloque, sirve para arriostrar la estructura en zonal de alto riesgo sísmico o como refuerzo estructural puntual para la edificación. Este bloque tiene una longitud de 60 cm y una altura de 20 a 50 cm y con un espesor que varía desde 15 a 30 cm, teniendo una densidad nominal de 400 kg/m<sup>3</sup>. La dimensión del hueco circular varía de 4 hasta 10 cm.

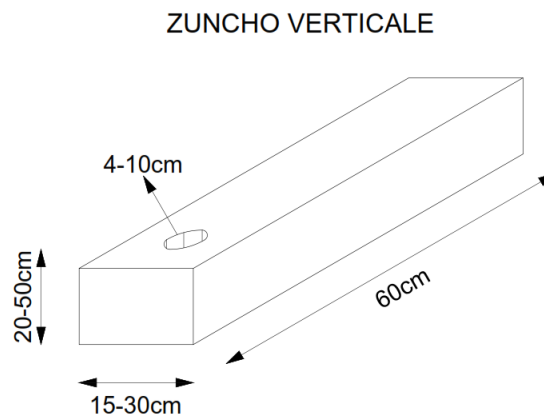


Gráfico 65: Dimensiones zuncho vertical  
Fuente: Elaboración propia.

### **Tipo de estructura**

La estructura a utilizar con los materiales prefabricados de hormigón celular, puede variar de acuerdo a las características y a la resistencia que se requiera; se puede utilizar estructura de pilotes hechos en hormigón, hormigón celular, acero, madera, entre otros. La estructura puede ser realizada con materiales prefabricados o realizarlo en sitio.

### **Ventajas del hormigón celular en el hábitat y la construcción.**

En concordancia con el investigador Arturo Lechuga y con empresas de Sur América de hormigón celular como: CELCON Y LIKA.

### **Ventajas en el hábitat**

Aislamiento térmico: es un aislamiento de 4 a 7 veces más que el ladrillo cerámico y bloque tradicional.

Aislamiento acústico: tiene la capacidad de absorber el sonido unas cuatro veces más, que el material tradicional de mampostería.

Aislamiento al fuego: tiene una resistencia al fuego más elevado que el bloque y ladrillo, utilizándolo por lo general en muro corta fuego.

Libre de placas: es resistente a la formación de hongos, por ser una material inerte o inorgánico.

Ventilación natural: una de sus características es la transmisión de aire a través de sus poros de un lugar a otro, permitiendo una ventilación de todo el material de hormigón celular de la edificación.

Durable: es un material que soporta el paso del tiempo y las diferentes condiciones climáticas.

Impermeabilidad: no permite la generación de humedad por los poros que existe, evitando que el agua ingrese en el interior.

Resistencia mecánica: tiene una gran resistencia a las cargas puntuales hasta de 25 kg/cm<sup>2</sup>.

Inerte (no toxico): es un hormigón que no produce ni tiene sustancias tóxicas que afecta al ser humano o al medio ambiente. También sirve para que no genere plagas y ningún tipo de polución, debido a que no tiene atracción.

### **Ventajas en la construcción**

Rapidez de construcción: debido a que existe grandes dimensiones realizados de hormigón celular, y su peso muy ligero se puede reducir hasta en un 40 a 50 % de tiempo de ejecución de la obra.

Asísmico: por su peso que es muy ligero el hormigón celular nos ayuda a no acelerar la masa durante un sismo.

Facilidad en la terminación: por sus grandes dimensiones y su precisión en las uniones no necesita revoque en el acabado.

Precisión industrial: gracias a que es un material prefabricado, se puede lograr una presión en cada pieza en la fábrica, y a la vez estandarizar sus dimensiones.

Versatilidad de usos: es una material que se puede utilizar en todo tipo de construcción y se adapta a todos los procesos constructivos modernos.

Construcción seca: es una material que no necesita agua adicional para alzar los muros, solo necesita lo necesario para sus uniones.

Precisión al cortar: gracias a que es un material liviano y no tiene áridos gruesos se puede realizar cortes perfectos con una sierra o serrucho, como si estuviera trabajando con madera.

Liviano: al tener bajo peso, es una material manipulable de cualquier forma posible y se puede trasladar solo con personal de la obra.

Facilidad de diseño: por ser de fácil manipulación, permite al arquitecto y diseñador a realizar diseños que no tenga límites en su forma.

### **Ejemplo de aplicación del hormigón celular**

El hormigón celular es utilizado para realizar vivienda de bajo costo y edificios monumentales, tiene una gran variedad de componentes prefabricados que se los puede combinar con cualquier tipo de estructura.

#### **Vivienda**

Esta vivienda realizada con hormigón celular se encuentra ubicada en Chihuahua México, donde aplica bloques de diversos tamaños y su estructura está a base de columnas realizadas in situ con el mismo sistema.



Gráfico 66: Vivienda de Chihuahua, México  
Fuente: Arq. Arturo Lechuga

Los materiales utilizados en la vivienda fueron de fácil transporte, gracias a la relación de su peso y tamaño. Cabe destacar que los materiales utilizados con hormigón celular fueron cortados in obra, manteniendo sus características de resistencia. Siendo un material fácil de tratar ya que se puede comparar con la madera y teniendo todas las cualidades de ella, como aserrar, clavar y transporte fácil, movilizándolo solo por el personal.



Gráfico 67: Revestimiento de la vivienda de Chihuahua, México  
Fuente: Arq. Arturo Lechuga

Otra de las características del hormigón celular, es que tiene la posibilidad de tener un revestimiento de cualquier tipo de material como piedra, azulejo, pintura, entre otros.

En el mismo estado de México, se construyeron 7000 viviendas de interés social. Realizadas con mano de obra no especializada pero con la ayuda y dirección técnica de un profesional en la construcción, tomando en cuenta que en un porcentaje pequeño utiliza equipo pesado como grúas, pero en su mayor parte utiliza maquinaria liviana y el mismo personas para anclar y movilizar el material.



Gráfico 68: Construcción de 7000 viviendas en Chihuahua México.  
Fuente: Arq. Arturo Lechuga

En la construcción de estas viviendas tuvieron una gran precisión en las dimensiones, el anclaje y uniones, explotando al máximo las características de este material para las paredes interiores como la gran insonorización, ya que solo una pared separa a la casa una con otra, y sirve para evitar ruidos.

Las uniones y anclajes utilizados en esta vivienda fueron a través del acero, su estructura era de muros portantes llegando alcanzar hasta dos pisos, con cubierta plana. La utilización de equipo pesado redujo el personal en obra.

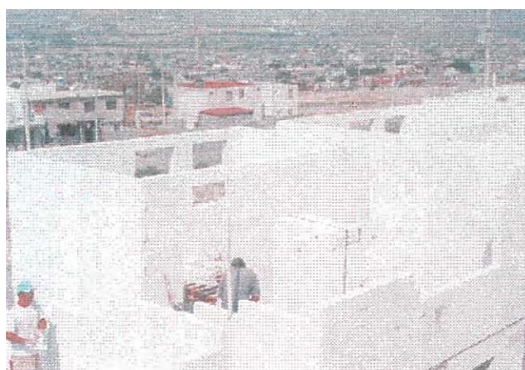


Gráfico 69: Paredes interiores de las 7000 viviendas de Chihuahua México.  
Fuente: Arq. Arturo Lechuga

## **Edificios**

Con este sistema se ha logrado edificios de gran tamaño, ya que es un material que está destinado a la obra gruesa.

Edificios de usos múltiples, construido en Buenos Aires, consta de 8 plantas y su mampostería es de hormigón celular, teniendo una estructura mixta de acero y hormigón, y fue construido con elementos prefabricados.



Gráfico 70: Edificios de usos múltiples  
Fuente: P y H Construcciones

## **Industria**

Con este sistema se ha logrado realizar naves industriales, de dimensiones de gran tamaño, utilizando paneles de hormigón celular. La estructura que se utiliza en la nave industrial Reynosa en México, es de acero que perfectamente se acopla con el material.



Gráfico 71: Nave industrial Reynosa, en México.  
Fuente: Arq. Arturo Lechuga



## ASPECTO FUNCIONAL

### Zonificación

La zonificación o plan masa se encuentra realizada por la agrupación de espacios, que tienen las mismas características. Y está dividida en zona pública, privada, servicios y área verde.

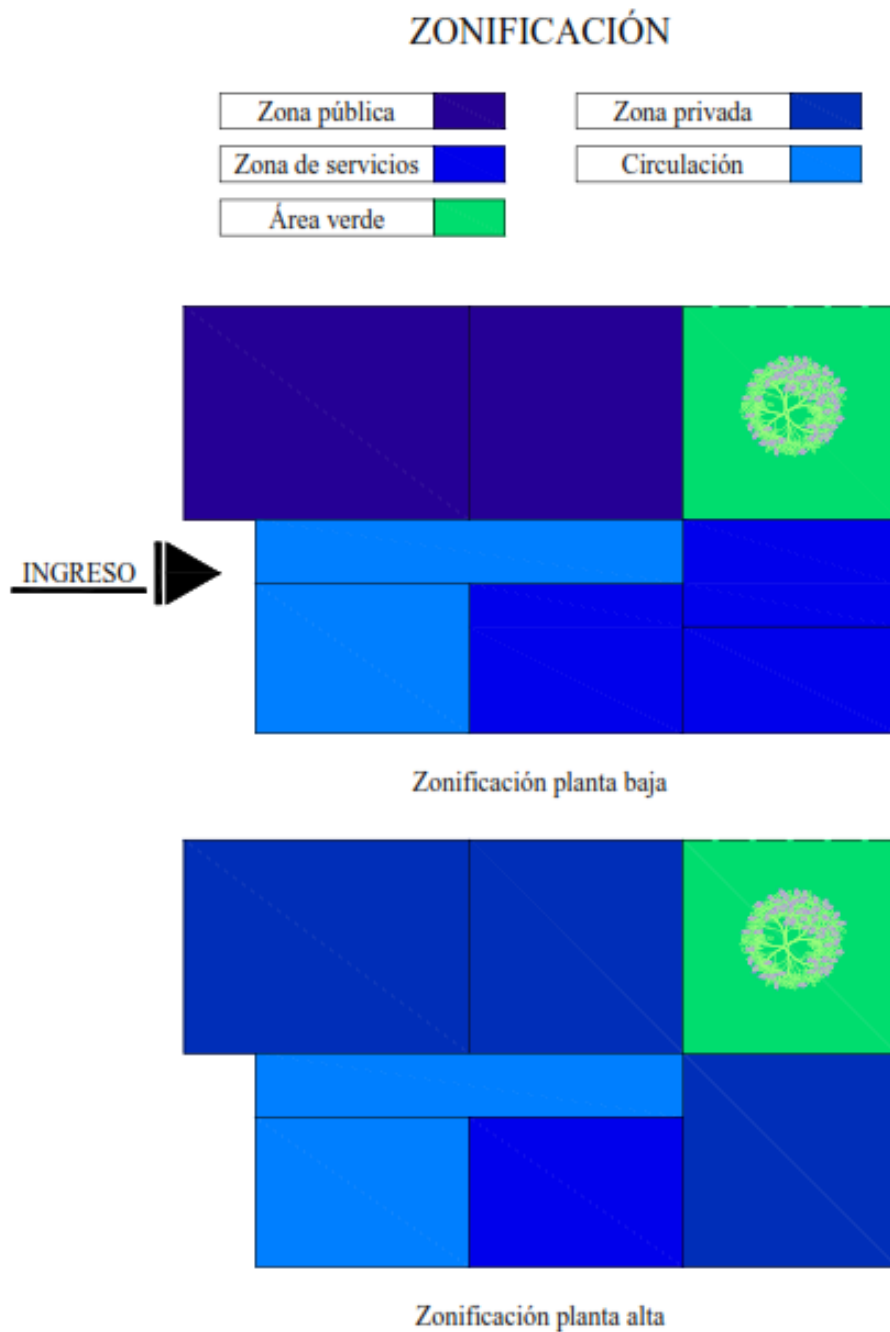
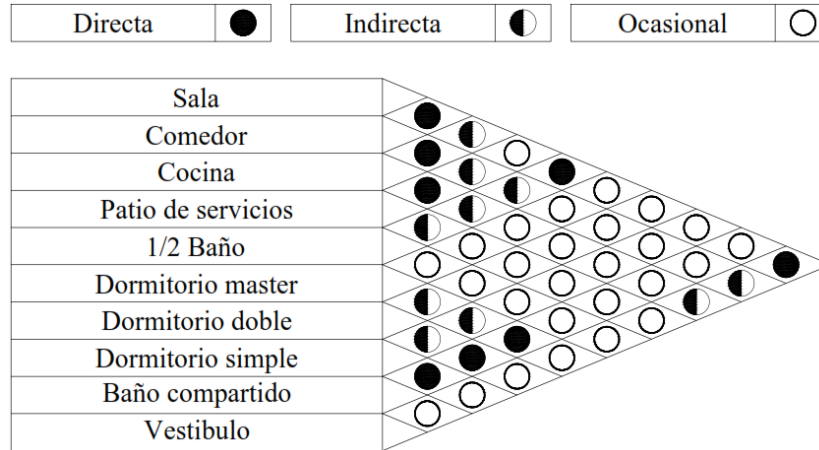


Gráfico 72: Zonificación del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

### Relaciones funcionales

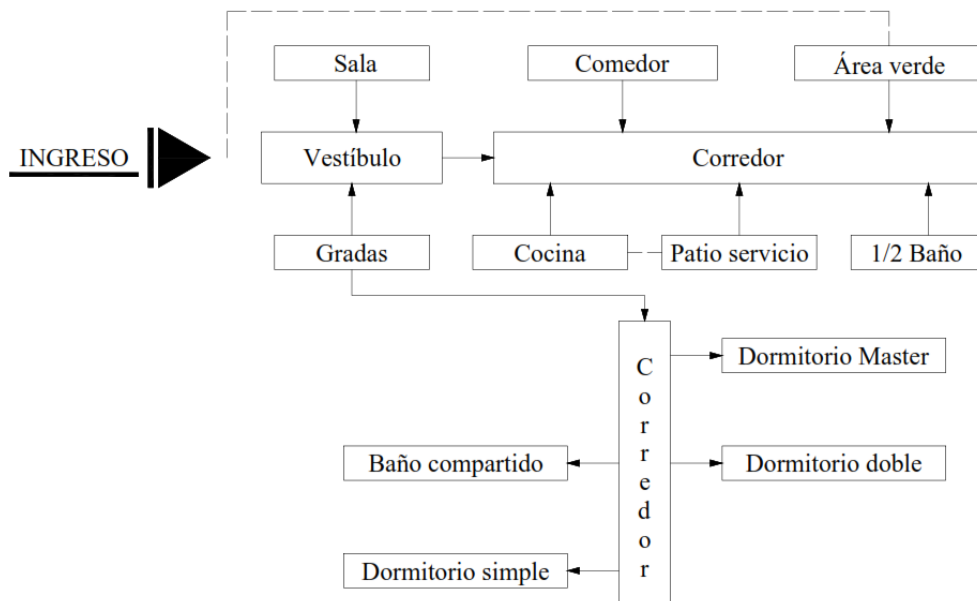
Se trata de relacionar los espacios y de agrupar, para que las personas no realicen mucho recorrido. Observando que espacios debe ir con el otro. Esta relación debe ser directa, indirecta y ocasional.



Cuadro 6: Relaciones funcionales  
Fuente: Elaboración propia

### Organigrama funcional

Se trata de una distribución de los espacios, delimitando la circulación y agrupando la zona pública, privada, servicios en un solo lugar. También se puede observar cómo va a funcionar la vivienda.



Cuadro 7: Organigrama funcional  
Fuente: Elaboración propia

### Programación de áreas

Se trata de saber cuáles son las áreas mínimas para cada espacio de la vivienda, y la circulación que debe cumplir toda la casa. Para establecer las áreas mínimas se toma como referencia; El Manual para la presentación de proyectos y diseño de vivienda de México y el Plan de Ordenamiento Territorial de Ambato.

Para la programación de áreas también se establece como referencia las encuestas realizadas a los beneficiarios de las viviendas de interés social, entregadas por el MIDUVI en la ciudad de Ambato. Estableciendo la necesidad espacial que requiere el usuario para desenvolverse cotidianamente y no vivir en hacinamiento en la vivienda proyectada.

<b>PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICA</b>						
#	Ambiente	Área mínima m2	Mampostería 25%	Circulación 20%	Área verde 15%	Total m2
1	Sala	8,50	2,55	1,70	1,28	14,03
2	Comedor	8,50	2,55	1,70	1,28	14,03
3	Cocina	6,00	1,80	1,20	0,90	9,90
4	Patio de servicio	4,20	1,26	0,84	0,63	6,93
5	1/2 Baño	1,80	0,54	0,36		2,70
6	Dormitorio master	9,00	2,70	1,80	1,35	14,85
7	Dormitorio doble	10,60	3,18	2,12	1,59	17,49
8	Dormitorio simple	8,50	2,55	1,70	1,28	14,03
9	Baño compartido	4,50	1,35	0,90		6,75
<b>TOTAL</b>		<b>61,60</b>	<b>18,48</b>	<b>12,32</b>	<b>8,30</b>	<b>100,70</b>

Tabla 28: Programación arquitectónica  
Fuente: Elaboración propia

## ASPECTOS FORMALES

### Estructura

Estado de acuerdo con la arquitecta Gloria Díaz, que cuando se piensa y se dialoga de arquitectura, consciente o inconscientemente estaremos hablando de estructuras, ya que todo el diseño tanto arquitectónico como estructural es indispensable para la planeación de una edificación.

Sabiendo que la estructura es una parte esencial de cualquier edificación, ya sea precaria o con las más altas tecnologías, la estructura tiene que ir de la mano con la arquitectura y su diseño, donde se tendrá que formar un todo homogéneo.

Llegando a concluir que *“Generalmente, cuando hablamos de estructura, pensamos en aquella parte del conjunto que sostiene o soporta, que distribuye o reparte cargas, es decir, que hace al equilibrio estático de la construcción, pero si bien éste es su fin inmediato, la estructura debe cumplir la función de organizar, dar sentido, estructurar la totalidad.”* (Díaz, 2007). Estableciendo que la estructura debe sostener la edificación tanto estáticamente como estéticamente, y teniendo la finalidad de recibir, resistir y transmitir las cargas al suelo sin provocar deformaciones en la edificación.

### Exigencias básicas

*“Las exigencias básicas estructurales son aquéllas que debemos tener en cuenta para lograr una estructura óptima, y son:*

*Equilibrio*

*Funcionalidad*

*Estabilidad*

*Economía*

*Resistencia*

*Estética.”* (Díaz, 2007)

### **Equilibrio**

Es lo fundamental para un diseño ya que es un aspecto de seguridad y estabilidad, ya que se encarga de equilibrar las cargas para que den nulas, para que no sufra desplazamientos.

### **Funcionalidad**

Para la elección de la estructura se debe tomar en cuenta todos los aspectos funcionales, observar si la estructura se adapta al diseño o viceversa, aprovechando al máximo su flexibilidad.

### **Estabilidad**

Es cuando la edificación se encuentra en equilibrio, donde no debe haber movimientos inaceptables porque eso afectara la edificación.

### **Economía**

Es un aspecto fundamental ya que se debe elegir una estructura para sacarle el máximo provecho consumiendo el mínimo de energía.

### **Resistencia**

Es la integración de todos los componentes de estructura de la edificación, donde no debe tener rotura en ninguna de sus partes.

### **Estética**

Es muy importante porque depende del diseñador y el concepto que quiera expresar en la fachada, ya que es donde el arquitecto trasmite sus postulados estéticos.

Según la investigación realizada, para aprovechar al máximo el material prefabricado se propone una estructura de muros portantes para la edificación, ya que el hormigón celular nos brinda prefabricados que soportar una gran cantidad de peso. Donde se puede resaltar la versatilidad de este material tanto para mampostería y estructura.

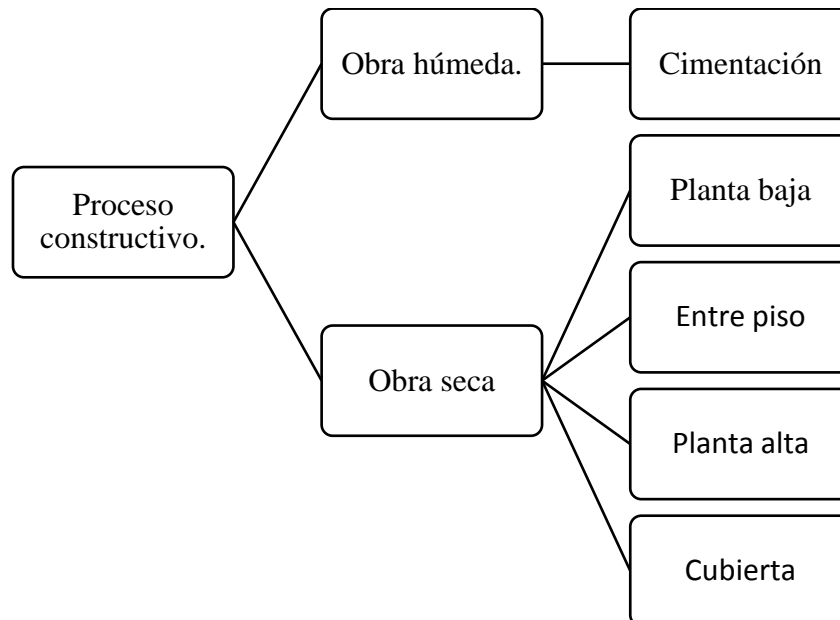
Donde la estructura de la loza se formara con acero y placas de hormigón celular, teniendo un rápido montaje. Para los cimientos de la edificación se realizara en sitio, con un hormigón común u hormigón celular, ya que allí soportara todas las cargas que genera la edificación.

Todos los espacios arquitectónicos deben ser modulados por el tipo de estructura excogitado y por sus dimensiones mínimas que necesite para el correcto funcionamiento de ambiente. A demás se debe tener establecido una circulación clara y precisa que no afecta o tenga obstáculos de un espacio con otro. La modulación debe ser establecida por una malla, tanto para los planos arquitectónicos como para realizar las fachadas.

### **PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.**

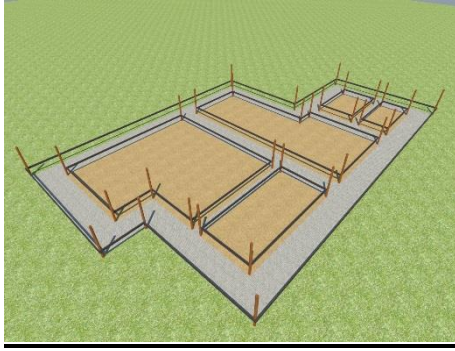
El proceso constructivo de la vivienda de interés social se encuentra dividida en dos partes:

- 1.- Obra húmeda o realizada en sitio.
- 2.- Elementos prefabricados transportados de la fábrica a la obra.

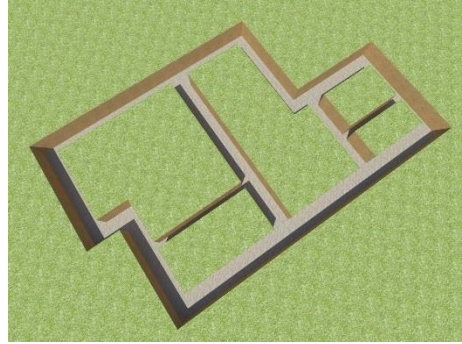


Cuadro 8: Proceso constructivo.  
Fuente: Elaboración propia.

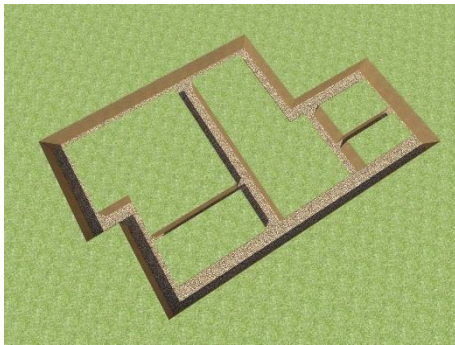
### **Proceso constructivo**



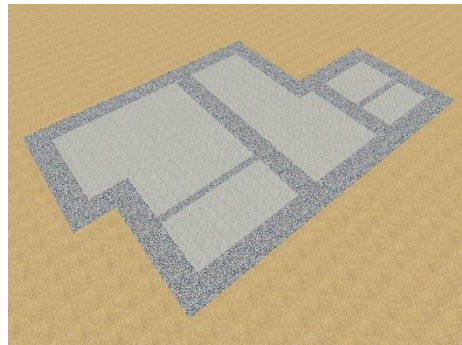
1.- replanteo y nivelación.



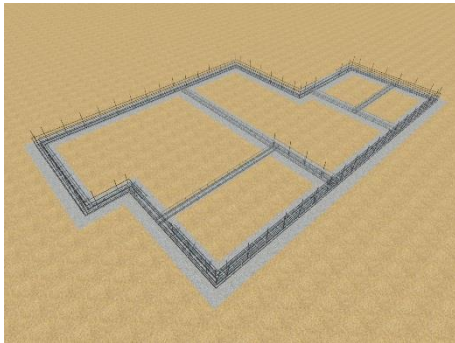
2.- excavación de cimientos.



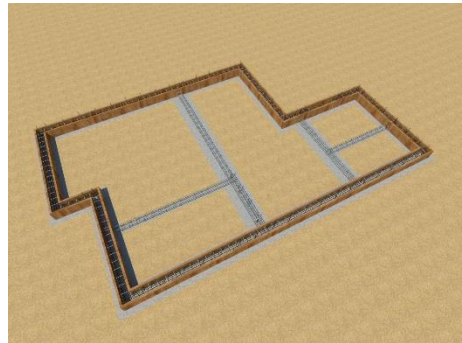
3.- relleno compactado.



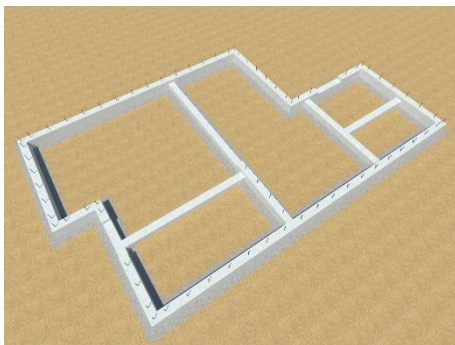
4.- hormigón corrido de cimientos.



5.- armado de cadena inferior con zunchos.



6.- encofrado de cadena.



7.- hormigón para cadena inferior.



8.- hormigón para piso planta baja.



9.- muros portantes esquineros planta baja.



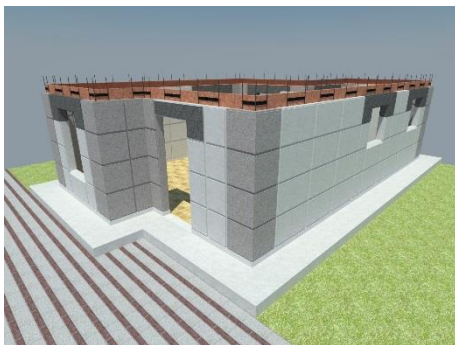
10.- muros portantes laterales planta baja.



11.- dintel de ventana y puerta planta baja.



12.- paredes interiores planta baja.



13.- cadena perimetral superior de cierre.



14.- peldaños de losa para amarre.



15.- vigas principales de entre piso.



16.- vigas secundarias de entre piso.





17.- viguetas de entre piso.



18.- colocación de gradas.



19.- colocación de piso tablero OSB.



20.- colocación de piso de vinil.



21.- muros portantes esquineros planta alta



22.- muros portantes laterales planta alta



23.- dintel de ventana planta alta



24.- paredes interiores planta alta



25.- cadena perimetral superior de cierre



26.- peldaños de losa para amarre



27.- estructura de cubierta



28.- correas de cubierta



29.- remate de cubierta con bloque de H.C.



30.- colocación de teja



31.- canales y bajantes de agua PVC.



32.- colocación de ventanas



33.- colocación de puertas



34.- acabado final



35.- acabado final




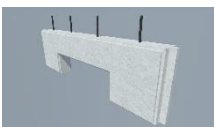

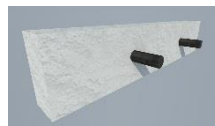

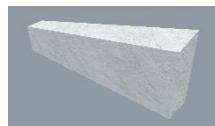
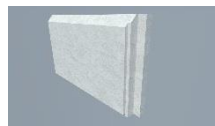


36.- acabado final.



37.- Acabado final.

## Elementos prefabricados

<b>Elemento prefabricados de hormigón celular para una vivienda</b>					
Elemento prefabricado	Nombre	Dimensiones cm.	Cantidad	Peso individual 800-900 kg/m <sup>3</sup>	# de Personas
	Muro portante esquinero	60x60x60c20	64	96-108 kg	2
	Muro portante lateral 1.	100x60x20	80	96-108 kg	2
	Muro portante lateral 2.	50x60x20	97	48-54 kg	1
	Dintel ventana	200x60x50x30x100x20	15	144-162 kg	3
	Dintel puerta	150x60x50x30x100x20	1	96-108 kg	2
	Peldaño de losa	100x20x10	64	16-18 kg	1
	Bloque de hormigón celular	100x60x10	110	24-30 kg	1
	Bloque de hormigón celular	100x20x20	34	4.8-6 kg	1
	Muro portante para ventana	100x60x20 cm	14	96-108 kg	2

Cuadro 9: Elementos prefabricados de hormigón celular.  
Fuente: Elaboración propia

## PRESUPUESTO REFERENCIAL

<b>PROTOTIPO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL PREFABRICADA</b>					
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>					
<b>Área de construcción:</b> 102,50 m <sup>2</sup>					
<b>Composición familiar:</b> 4 - 6 personas					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO MATERIAL	PRECIO TOTAL
<b>OBRA HUMEDA</b>					
Obras preliminares					
1	Limpieza del terreno	m <sup>2</sup>	80	0,00	0
2	Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	51,25	0,10	5,125
Cimentación					
3	Excavación para cimientos	m <sup>3</sup>	17,1	0,00	0,000
4	Relleno compactado con suelo natural	m <sup>3</sup>	2,76	0,02	0,055
5	Relleno compactado con sub-base clase III	m <sup>3</sup>	2,76	13,90	38,364
6	Desalojo de material con volqueta 8m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	12	0,00	0,000
7	Cimentación H.C. 60 % y 40% piedra F'c. 180 kg/cm <sup>2</sup> .	m <sup>3</sup>	9,6	37,59	360,864
8	Hormigón simple cadena F'c. 210 kg/cm <sup>2</sup> .	m <sup>3</sup>	2,76	69,04	190,550
9	Contrapiso H.S. F'c. 140 kg/cm <sup>2</sup> . E= 7cm, Piedra bola E= 10cm, Polietileno.	m <sup>3</sup>	11,45	45,92	525,784
10	Masillado mortero 1:3	m <sup>2</sup>	65	0,92	59,800
11	Tubo de acero, para encapsulación ASTM A-500	u	68	0,49	33,320
12	Acero de refuerzo Fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> 10-12mm (con alambre galv. N° 18	kg	250	1,23	307,500
13	Malla electrosoldada 4.5 mm 15x15	u	22	3,83	84,260
<b>TOTAL MATERIAL</b>					<b>1605,62</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA Y EQUIPO</b>					<b>1296,98</b>
<b>TOTAL OBRA HUMEDA</b>					<b>2902,61</b>
<b>OBRA SECA</b>					
Prefabricados de hormigón celular					
14	Esquinero muro portante (60x60x60x20)cm.	u	64	14,96	957,44

15	Lateral muro portante (100x60x20)cm.	u	80	14,96	1196,8
16	Lateral muro portante (50x60x20)cm.	u	97	7,23	701,31
17	Dintel ventana (200x60x50x30x100x20)cm.	u	15	23,19	347,85
18	Dintel puerta (150x60x50x30x100x20)cm.	u	1	15,46	15,46
19	Muro portante ventana (100x60x20)cm.	u	14	14,46	202,44
20	Peldaño de losa (100x20x10)cm.	u	64	5,58	357,12
21	Bloque paredes interiores (100x60x20)cm.	u	110	9,46	1040,6
22	Bloque (100x20x10)cm.	u	34	1,74	59,16
23	Peldaño de gradas (90x30x6)cm.	u	15	2,10	31,5
Prefabricados en estructura metálica					
24	Cadena de cierre (perfil laminado UPN-200. ASTM A-36, con perfil en ángulo de 50x3 mm.)	u	10,7	54,65	584,76
25	Viga principal (perfil laminado IPN-200. ASTM A-36, con perfil en ángulo de 50x3 mm.)	u	2	49,45	98,90
26	Viga secundaria (perfil estructural correa en "G", "2G" 200x75x30x6 mm, con perfil en ángulo de 50x3 mm.)	u	1,2	32,28	38,74
27	Viguetas (perfil estructural correa en "G", "2G" 150X50X15X3 mm, con perfil en ángulo de 50x3 mm.)	u	25	16,28	407,00
28	Estructura cubierta 1. (Tubo estructural rectangular de 50x100x3mm y cuadrado 50x3mm ASTM A-500)	u	3	93,51	280,54
29	Estructura cubierta 2. (Tubo estructural rectangular de 50x100x3mm y cuadrado 50x3mm ASTM A-500)	u	2	60,03	120,07
30	Correas omega	u	20	15,34	306,82
31	Teja elite	u	37	8,50	314,55
32	Cumbrero elite	u	10	5,50	55,01

Prefabricados gradas					
33	Gradas al inicio. (Perfil laminado en I ASTM A-36 HEB de 120x120x6.50x10mm; tubo estructural cuadrado 50x3mm ASTM A-500 y plancha laminada al frío ASTM A36 4mm).	u	1	42,58	42,58
34	Gradas en el medio. (Perfil laminado en I ASTM A-36 HEB de 100x100x6x10mm; tubo estructural cuadrado 50x3mm ASTM A-500 y plancha laminada al frío ASTM A36 4mm).	u	1	66,40	66,40
35	Gradas al final. (Perfil laminado en I ASTM A-36 HEB de 120x120x6.50x10mm; tubo estructural cuadrado 50x3mm ASTM A-500 y plancha laminada al frío ASTM A36 4mm).	u	1	44,71	44,71
Pernos y tornillos					
36	Perno expansivo 5"x15mm.	u	6	1,9	11,40
37	Perno y tuerca de acero inoxidable 3" x 1/2 "ASTM A-449.	u	200	0,34	68,00
38	Perno autoperforante 2"x6mm.	u	104	0,17	17,68
39	Perno autoperforante 3"x8mm con arandela de neopreno.	u	225	0,27	60,75
40	Tornillo autoperforante madera/metal 2 1/2" SBS A-36, cabeza plana.	u	300	0,15	45,00
Pegamento					
41	Anchorfix	u	15	9,85	147,75
42	Adhesivo construcción sealant, sikaflex	u	8	6,71	53,68
43	Adhesivo contacto base agua sika bond vinyl	u	5	5,27	26,35
Piso					
44	Tablero Oriented Strand Board (OSB) de 2,44x1,22m	u	17,5	24,50	428,69
45	Vinil piso seco	m2	45	1,75	78,74
46	Vinil piso húmedo	m2	5	2,25	11,25

Acabados					
47	Puerta MDF de 100x220cm	u	1	36	36,00
48	Puerta MDF de 90x210cm	u	4	30	120,00
49	Puerta vidrio de 100x220cm	u	1	50	50,00
50	Ventanas de 150x100cm; vidrio flotado 5mm claro.	u	7	36,94	258,58
51	Ventanas de 90x100cm; vidrio flotado 5mm claro.	u	7	18,47	129,29
52	Cielo falso de gypsum	m2	90	6	540,00
53	Canales de agua PVC	ml	20	2,2	44,00
54	Bajante de agua PVC	ml	10	1,8	18,00
Instalaciones Eléctricas					
55	Iluminación ODB	u	22	4,33	95,26
56	Iluminación lámpara cuadrada	u	9	5,35	48,15
57	Interruptor simple	u	5	0,86	4,30
58	Interruptor doble	u	9	3,09	27,81
59	Tomacorriente	u	18	2,99	53,82
60	Toma de fuerza de 220v	u	2	4,47	8,94
61	Alambre de 12 AWG	u	1	65	65,00
62	Alambre de 14 AWG	u	1	45	45,00
63	Alambre de 10 AWG	ml	14	0,39	5,46
64	Tablero de control energía de 110v y 220v. 6P	u	1	35,04	35,04
Instalaciones Hidrosanitarias					
65	Punto de agua caliente PVC- H3; 1/2"	pto	6	23,47	140,82
66	Punto de agua fría PVC-R; 1/2"	pto	9	19,2	172,80
67	Punto de desagüe PVC 2"	pto	8	19,53	156,24
68	Punto de desagüe PVC 3"	pto	4	25,76	103,04
69	Punto de desagüe PVC 4"	pto	4	32,2	128,80
70	Suministro e instalación de lavamanos y grifería 13/4"	u	3	30,51	91,53
71	Suministro e instalación de inodoro	u	2	62,92	125,84
72	Suministro e instalación de ducha y grifería mono comando	u	1	41,76	41,76
73	Suministro e instalación de fregadero de cocina y grifería 1 1/2"	u	1	93,43	93,43
74	Suministro e instalación de batea ropa (fibra de vidrio) y grifería	u	1	31,51	31,51



75	Accesorios para lavadora	u	2	6,75	13,50
76	Suministro e instalación medidor de agua (parante)	u	1	46	46,00
77	Suministro e instalación pozo de revisión (prefabricado)	u	1	85,78	85,78
78	Calentador eléctrico 220V.	u	1	300	300,00
		<b>TOTAL MATERIAL</b>			11334,74
		<b>TOTAL MANO DE OBRA Y EQUIPO</b>			1187,96
		<b>TOTAL OBRA SECA</b>			12522,70
<b>TOTAL PRESUPUESTO OBRA HUMEDA Y SECA</b>					
	TOTAL MATERIAL			12940,36	
	TOTAL MANO DE OBRA Y EQUIPO			2484,94	
	TOTAL PRESUPUESTO VIVIENDA			15425,30	

El precio obtenido para el presupuesto referencial está basado en la Cámara de la Construcción de la ciudad de Ambato, en la ferretería KYWI, DIPAC, MASISA, C.C. SALAZAR.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

La aplicación del hormigón celular para la vivienda de interés social se debe realizar a través de módulos, que tengan relación con las medidas exactas del material prefabricado para no ocasionar desperdicios. Hacia aprovechar al máximo las ventajas que nos ofrece el material.

El hormigón celular como material prefabricado es factible aplicarlo en la construcción de edificaciones, tanto para vivienda social como para construcciones monumentales, aprovechando al máximo sus características y ventajas.

Los materiales prefabricados que existen en nuestro medio son necesarios para realizar edificaciones y poder satisfacer la necesidad de confort y habitad de las personas, ya que los prefabricados son el futuro de la construcción para cubrir el déficit habitacional existente.

### **Recomendaciones**

Buscar nuevas tecnologías y prefabricados que estén utilizando en otros países desarrollados, para buscar soluciones apropiadas en un país en vías al desarrollo, mejorando la calidad de vida de las personas.

El hormigón celular a diferencia de otros materiales prefabricados, nos ofrece la oportunidad de realizar una construcción tectónica aprovechando al máximo al material.

El material a utilizar en edificación con prefabricados debe ser utilizado al máximo, sacando todo el provecho posible de sus características y ventajas para tener una adecuada relación costo beneficio.

## **Bibliografía:**

APIVE. (2013). LINEAMIENTOS DE POLITICA DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. QUITO.

Arce , P., Aldana , C., Mendoza , K., & Polanco, W. (2011.). Hormigón celular. . Chile, Viña del Mar.: Universidad de las Américas. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Escuela de Construcción.

CACUANGO M., P. D. (2013). Plataforma de Arte Urbano Solanda. Quito-Ecuador: Tesis; Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Camacho Cardona, M. (2007). Diccionario de Arquitectura y Urbanismo (Vol. Segunda edición). México: Trillas.

Caño, A., & Cruz, M. (2008). Construcción y arquitectura industrial: conceptos básicos. Coruña, España: Universidad de la Coruña.

Carrión, F. (18 de ENERO de 2003). EL PROBLEMA DE LA VIVIENDA EN EL ECUADOR. Publicado en Diario Hoy, pág. 1.

Cervantes Abarca, M. (2008). Nuevas tecnologías en concretos. Memorias 2008: Congreso Nacional de Administración y Tecnología para la Arquitectura, Ingeniería y Diseño.

Cueva Pérez, J. S. (2012). Analizar la prefabricación y sus materiales para la obtención de una vivienda de calidad a bajo costo y en menor tiempo. Cuenca: Tesis para la obtención del título de arquitecto, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Cuenca.

Culcay Cantos, M. B., & Maldonado Cardoso, M. V. (2016). Prototipo de Vivienda Social Sostenible. Diseño de una vivienda de interés social de clima frío para la ciudad de Cuenca. Cuenca: Tesis, previa a la obtención del título de arquitecto, Universidad de Cuenca.

Díaz, G. (2007). Diseño estructural en arquitectura. Buenos Aires, Argentina: Librería Tecnical CP 67.

- Estrella, G. (2012). Tecnología de la construcción S.A. TEC 247. Ecuador: Disponible en internet: <https://sites.google.com/site/tecnologia247>.
- Franca, R. –B. (2012). Prefabricación. (Construcción dos m2, Intérprete) Argentina.
- INEC. (2013). Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC). Ambato: Resultados de la población y vivienda 2010.
- Leblanc, F. (2011). Procesos de Industrialización y Prefabricación en la Construcción.
- Lechuga Duarte, A. A. (2002). Plan estratégico para la comercialización de concreto celular como una nueva área de negocio en la ciudad de Chihuahua, Chih. Chihuahua, México: Instituto tecnológico de la construcción, Maestría en administración de la construcción.
- Macías Martínez , R. (2005). Introducción a la arquitectura, Análisis teórico. México: Trillas.
- Makedonski Maquet, P., Reynals, C., Franco, P., Lima de Costa, B., Almazán Villalobos, C., Rodríguez Curiel, G., & Tornago, M. (2013). Políticas alternativas de vivienda en América Latina y el Caribe. Un paso más en el proceso de la construcción de la Vía Urbana y Comunitaria hacia un Pacto Social Urbano alternativo . Buenos Aires, Argentina: Cooperativa Chilavert.
- Martí, J. (2002). Construcción Industrializada de edificios. Informes de la construcción, 15-31.
- MIDUVI. (2013). Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Quito, Ecuador: Texto Unificado de Legislación, Acuerdo Ministerial N° 179.
- Novas Cabrera, J. A. (2010). Sistemas Constructivos Prefabricados Aplicables a la Construcción de Edificaciones en Países en Desarrollo. Madrid, ESPAÑA: Proyecto Fin de Máster; Universidad Politécnica de Madrid.
- Pérez Estañol, M., & Ochoa, R. (Abril, 2016). Prefabricación base del cambio en la construcción. Reportajes técnicos publicitarios, 14.

Pérez Marín, A. F. (2005). APLICACION DE NUEVOS MATERIALES A SOLUCIONES DE VIVIENDA EN COLOMBIA. BOGOTA: TESIS; Universidad Nacional de Colombia.

Pozzi Azzaro, J. (2011). Manual de calculo de estructuras de hormigón armado. Buenos Aires, Argentina : Director Técnico del Instituto del Cemento Pórtland Argentino .

Ramírez Zamora, J. (2007). Comportamiento de muros de concreto celular con diferentes cuantías de acero de refuerzo . Ciudad Universitaria, México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. Facultad de Ingeniería .

Recalde Rostán, S., & Menéndez Presto, A. (2003). Evaluacion de la participación del usuario en realcion a los sistemas constructivos alternos utilizados. Montevideo, Uruguay: El caso de las coopertivas de vivienda de la IMM.

SENPLADES. (2013-2017). Plan Nacional del Buen Vivir. Quito-Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo .

Sepúlveda Lozano, C. E. (2010). Construcción Metálica, Progreso Inminente. Metal actual, 27-32.

Valarezo Prieto, D. C. (2014). Diseño de un Sistema de Gestión de Calidad en un Proyecto Inmobiliario de Vivienda de Interes Social en Emviguayas. Guayaquil, Ecuador: TESIS, de Ingeniero de Administración de Proyectos de Construcción; Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Vallejo Salazar, C. A. (2011). ANALISIS DE LAS POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE VIVIENDA EN EL ECUADOR: 2007-2010. GUAYAQUIL: TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO DE ECONOMISTA; Universidad de Guayaquil.