



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE BARCELONA

PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA VIVIENDA SOCIAL PARA LAS ZONAS ANDINAS DE COLOMBIA

TRABAJO FINAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER

ESTUDIANTE:

ARQ. JOHN JAIRO SALAS PARRA

ASESOR:

Dr. ARQ. ANTONI PARICIO CASADEMUNT

MAYO DEL 2016, BARCELONA

PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA SOCIAL PARA
LAS ZONAS ANDINAS DE COLOMBIA

ESTUDIANTE: ARQ. JOHN JAIRO SALAS PARRA

ASESOR: Dr. ARQ. ANTONI PARICIO CASADEMUNT

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

MASTER EN TECNOLOGIA EN LA ARQUITECTURA

ETSAB - UPC

RESUMEN

La vivienda en Colombia siempre ha sido un punto que genera grandes conflictos en el desarrollo social y cultural de la población, grandes problemas como desastres naturales y la violencia han generado grandes migraciones sobre todo a las grandes ciudades. Siempre se ha tratado de resolver el problema del déficit de vivienda cuantitativo y cualitativo a través de políticas de incentivos, crédito y en la última época de gratuidad de viviendas pero ninguna de las medidas tomadas al respecto hasta el día de hoy han dado resultado y el problema va desbordando las posibilidades de controlar la crisis de miles de familias.

Este modelo de construcción de vivienda no ha variado desde el inicio de las políticas de construcción de vivienda de interés social, lo único que ha variado son las políticas públicas y el manejo del papel de los constructores en la construcción y comercialización de las unidades residenciales. El sistema constructivo no ha tenido mejoras evidentes a pesar de que el proceso lleva casi un siglo y casi nunca han surgido iniciativas en búsqueda de un sistema constructivo más eficiente y que se acomode a las condiciones específicas de la región y de la población. Esto teniendo en cuenta que se utiliza el mismo modelo en un país donde han gran diversidad de regiones con todos los climas y condiciones geográficas además de las culturas.

La vivienda se convirtió en un producto comercial manejado por intereses privados los cuales manejan recursos en donde lo primordial es generar el mayor número de unidades residenciales lo que conlleva a minimizar las condiciones espaciales, la calidad de las especificaciones técnicas y calidad habitacional. Es importante generar procesos de innovación en la construcción de vivienda social para poder mejorar la calidad de vida de la población vulnerable socioeconómicamente y conseguir un sistema constructivo que permita construcciones adecuadas en menores tiempos y con mayor eficiencia de recursos.

Palabras claves: Vivienda social, vivienda modular, desarrollo progresivo, adaptabilidad y configuración variable, eficiencia de recursos, sistema prefabricado, construcción industrializada.

ABSTRACT

Housing in Colombia has always been a point that generates major conflicts in the social and cultural development of the population, major problems such as natural disasters and violence have generated great migrations especially to big cities. It has always tried to solve the deficit problem of quantitative and qualitative housing through incentive policies, credit last day of free housing, but none of the measures taken in this regard until today have been successful and overflowing problem is the ability to control the crisis of thousands of families.

This model homebuilding has not changed since the beginning of the political construction of social housing, the only thing that has changed is public policy and management role of the builders in the construction and sale of residential units. The construction system has had no noticeable improvements even though the process takes nearly a century and has rarely been initiatives in search of a more efficient and that fits the specific conditions of the region and the population construction system. This considering that the same model is used in a country where they have great diversity of regions with all climates and geographical conditions in addition to the cultures.

The house became a commercial product managed by private interests which handle resources where the primary is to generate the highest number of residential units which leads to minimize the spatial conditions, the quality of the technical specifications and quality housing. It is important to generate innovation processes in the construction of social housing to improve the quality of life of the population vulnerable socioeconomically and get a constructive system that allows adequate in less time and with greater resource efficiency buildings.

Keywords: Social housing, modular housing, progressive development, adaptability and variable configuration, resource efficiency, prefabricated system, industrialized construction.

INDICE

1. Introducción	10
2. Contexto	12
3. Metodología de trabajo	15
4. Objetivo general	16
5. Objetivos específicos	17
6. Antecedentes	18
7. Proceso histórico de la VIS en Colombia	21
7.1 Etapas históricas	21
7.2 Ejemplos de proyectos de VIS en Colombia	26
7.3 Política habitacional en Colombia	32
7.4 Estado actual de la vivienda en Colombia	34
8. Vivienda y desigualdad en Colombia	38
8.1 Accesibilidad de la población a la propiedad de vivienda	39
8.1.1 Costos de vivienda	39
8.1.2 Programas públicos de vivienda y crédito	40
9. Sistema actual de construcción de VIS	42
9.1 Sistema constructivo	44
9.2 Condiciones habitacionales	49
10. Crecimiento de ciudades e impacto ambiental	50
10.1 Crecimiento urbano	50
10.2 Crecimiento poblacional y migraciones	54
10.3 Impacto en el medio ambiente	56
11. Condiciones del entorno	60
11.1 Geografía	60
11.2 Clima	61
11.3 Sismicidad	65
12. Producción de materiales de construcción	68
13. Propuesta	71
13.1 Parámetros de diseño	72
13.2 Referentes	73
13.3 Materiales	83
14. Diseño del sistema constructivo	84
14.1 Diseño de vivienda tipo de desarrollo progresivo	100
15. Sistema de prefabricación	101
16. Proceso de construcción y desarrollo progresivo	103
17. Conclusiones	107
18. Bibliografía	108

Índice de figuras

Figura 1.	Referencia de Colombia en América.	12
Figura 2.	Región andina en Colombia.	12
Figura 3.	Falta de planificación en las ciudades.	13
Figura 4.	Proyecto VIS.	13
Figura 5.	Vista aérea de la ciudadela Colsubsidio.	26
Figura 6.	Tipos de vivienda en la ciudadela Colsubsidio.	27
Figura 7.	Vivienda de interés social en Bogotá y Buga.	28
Figura 8.	Planimetría de vivienda de interés social.	29
Figura 9.	Construcción de bahareque encementado, Manizales.	30
Figura 10.	Entramado de cubierta.	31
Figura 11.	Uniones estructurales.	31
Figura 12.	Diagrama de tipos de apoyo a la población.	32
Figura 13.	Distribución y escala de proyectos de vivienda gratuita.	33
Figura 14.	Barrio de invasión, Medellín.	34
Figura 15.	Zona de invasión sobre un ecosistema frágil, Bogotá.	35
Figura 16.	Humedal contaminado en Bogotá.	35
Figura 17.	Vivienda de interés social en Colombia.	36
Figura 18.	Servicios con que cuentan la vivienda.	37
Figura 19.	Tipos de viviendas.	37
Figura 20.	Promedio de personas por hogar.	37
Figura 21.	Desigualdad e indicadores de desigualdad en Colombia.	38
Figura 22.	Proporción de incidencia actividades constructivas en una residencia de VIS.	40
Figura 23.	Diseño tipo de vivienda de interés social.	42
Figura 24.	Vivienda de interés social.	43
Figura 25.	Losa base de la vivienda de interés social.	44
Figura 26.	Manejo y almacenamiento de materiales en obra.	45
Figura 27.	Proceso de construcción de muros.	46

Figura 28.	Mezcladora de mortero y hormigón.	46
Figura 29.	Fundición de hormigón sobre malla electrosoldada estructural y ductos de instalaciones.	47
Figura 30.	Construcción de cerramientos y elementos estructurales.	48
Figura 31.	Carpintería metálica en la vivienda social.	48
Figura 32.	Vivienda tipo de VIS.	49
Figura 33.	Tendencia de la población urbana y rural.	50
Figura 34.	Proporción de la población urbana y rural.	51
Figura 35.	Índice de urbanismo por municipios según censo 2005.	53
Figura 36.	Densidades poblacionales en las principales ciudades de Colombia.	55
Figura 37.	Viviendas en zonas de inundación en la zona del Pacífico.	56
Figura 38.	Amenazas en las viviendas.	59
Figura 39.	Delimitación de la zona andina.	60
Figura 40.	Radiación solar y brillo solar en Colombia.	63
Figura 41.	Esquema de pisos térmicos y temperaturas.	63
Figura 42.	Mapa de confort térmico en Colombia.	64
Figura 43.	Provincias sismo tectónicas y fuentes sísmicas en Colombia.	65
Figura 44.	Mapa de amenaza sísmica para Colombia.	66
Figura 45.	Volcanes de la zona andina de Colombia.	67
Figura 46.	Variación del precio internacional del acero.	70
Figura 47.	Esquema conceptual de propuesta.	71
Figura 48.	Formaleta y proceso de vaciado de concreto.	74
Figura 49.	Proceso de ensamblaje.	75
Figura 50.	Tipo de panel de fachada BSCP.	76
Figura 51.	Proceso de prefabricación.	77
Figura 52.	Proceso de ubicación de los paneles en obra.	78
Figura 53.	Uniones estructurales de paneles.	79
Figura 54.	Vista interna del proyecto finalizado.	80
Figura 55.	Piezas de cerramiento, entrepiso y estructurales.	81
Figura 56.	Detalle de anclaje de piezas de cerramiento y entrepiso.	82

Figura 57.	Perspectiva de la vivienda.	84
Figura 58.	Planta y sección del sistema constructivo.	85
Figura 59.	Tipos de elementos estructurales.	86
Figura 60.	Tipos de uniones estructurales de pilares y vigas.	87
Figura 61.	Proceso de unión estructural en pilar tipo 4 y 5.	88
Figura 62.	Proceso de unión estructural en pilar tipo 2 y 3.	89
Figura 63.	Parte inferior del pilar.	89
Figura 64.	Secciones y plantas de tipos de viga A y B.	90
Figura 65.	Perspectiva de viga tipo A.	91
Figura 66.	Perspectiva de viga tipo B.	91
Figura 67.	Sección transversal de panel de entrepiso.	91
Figura 68.	Ubicación de paneles de entrepiso dentro de elementos estructurales.	92
Figura 69.	Sección longitudinal de panel de entrepiso.	92
Figura 70.	Vista de la cara inferior del panel de entrepiso.	92
Figura 71.	Panel de entrepiso con la capa de compresión de hormigón posterior.	92
Figura 72.	Cimentación tipo.	93
Figura 73.	Sección de cubierta.	94
Figura 74.	Planta de tramo de cubierta.	94
Figura 75.	Secciones de cubierta.	94
Figura 76.	Proceso y etapas de armado de cubierta.	95
Figura 77.	Piezas de la cubierta.	95
Figura 78.	Tipos de cerramiento.	96
Figura 79.	Cara interior de los paneles de cerramiento.	96
Figura 80.	Dilataciones entre cerramientos y vigas.	97
Figura 81.	Dilatación vertical entre paneles de cerramiento.	97
Figura 82.	Perfiles de carpintería.	98
Figura 83.	Sección y planta de escaleras.	99
Figura 84.	Planta de vivienda de un solo nivel.	100
Figura 85.	Plantas de vivienda de dos niveles.	100
Figura 86.	Parámetros del sistema de constructivo.	103

Figura 87.	Etapas del sistema constructivo.	104
------------	----------------------------------	-----

Índice de tablas

Tabla 1.	Distribución de la población en centros urbanos y porcentaje de población.	54
Tabla 2.	Zonificación climática en la zona andina de Colombia.	61
Tabla 3.	Demanda de insumos en el sector de construcción.	68
Tabla 4.	Producción suramericana de acero crudo 2014/miles de toneladas.	69

INTRODUCCIÓN

La sociedad en Colombia siempre ha estado marcada por una profunda desigualdad y no hay una mayor muestra de ello que la propiedad y desarrollo de la vivienda en los diversos sectores de la sociedad. El gobierno ha desarrollado proyectos de VIS (viviendas de interés social) con políticas que no han dado abasto a la gran demanda que se ha producido por las grandes migraciones a las ciudades a causa de la búsqueda de mejores oportunidades de la población rural, el crecimiento demográfico, el conflicto armado, entre otros.

A principios del siglo XX las ciudades no tenían la planificación adecuada y no tenían previsto el crecimiento urbano que llegaría en las próximas décadas, después se da una serie de políticas para generar vivienda pero sin una idea clara hacia donde encaminar los recursos y como concebir los proyectos de vivienda. El sector público nunca ha podido abarcar el nivel de demanda de vivienda que ha necesitado la población ya que no ha habido la suficiente organización para mejorar procesos que nunca se han desarrollado tecnológicamente y técnicamente.

Los procesos de construcción de vivienda de interés social nunca han tenido una idea clara sobre el rumbo adecuado y la manera de estudiar y abordar el problema, no se ha desarrollado una metodología que trate de analizar el problema a fondo y se trata de manejar la solución superficialmente como solo darle a cada familia un espacio básico en el cual pueda vivir con condiciones mínimas de habitabilidad y esto con el fin de que los recursos generen una mayor cantidad de soluciones y que el problema de soluciones de vivienda en el país se reduzca en la mayor medida posible.

La urgente necesidad de las ciudades por abastecer la demanda de vivienda lleva a que la planificación y los proyectos de vivienda de interés social se conviertan en soluciones improvisadas y espontaneas que no perciben el contexto y las condiciones de la población, por lo que las viviendas no son confortables, su proceso de construcción no respeta el medio ambiente y no es coherente con las condiciones reales y las condiciones a cumplir para una población con rápido crecimiento demográfico y con graves niveles de desigualdad.

Para lograr cambiar la manera como se concibe el desarrollo de proyectos de la forma común como se ha hecho desde el principio del inicio de los proyectos de vivienda de interés social es necesario cambiar la concepción de la sociedad para introducir conceptos de innovación, sustentabilidad, prefabricación, con el fin de encontrar mecanismos que se puedan configurar de acuerdo al contexto para poder diseñar viviendas acordes a las condiciones sociales y ambientales de cada región. El proyecto de abordar una nueva forma de construir abarca varios campos de la construcción desde la gestión pública gubernamental que gestiona y promueve los proyectos hasta la integración y apropiación de estos por parte de la población, todo esto dentro de unos parámetros de manejo ambiental en los procesos de fabricación de materiales, producción de elementos prefabricados y de las actividades en obra logrando un equilibrio entre el desarrollo constructivo y el impacto que generamos en el medio ambiente, para ello se debe profundizar en todo el potencial de materiales y nivel de productividad del

país, llegando a un análisis que permitan encontrar posibles materiales y técnicas que permitan optimizar la producción de las partes constructivas.

La integración social con las actividades de planeación y desarrollo constructivo son un punto muy importante del proyecto, ya que esto permite la integración de los usuarios al espacio construido y permite la aceptación del cambio de sistema constructivo hacia una nueva oportunidad de desarrollo a partir de la innovación constructiva y la integración de los habitantes para el desarrollo de su propio entorno habitacional. La posibilidad de desarrollar diversos aspectos dentro de la habitabilidad como el confort, autoconstrucción, desarrollo social, integración al entorno e innovación tecnológica logran que el proyecto de diseñar un nuevo modelo de vivienda de interés social en la zona andina de Colombia sea un proyecto de un gran impacto positivo en la sociedad que puede conllevar a desarrollar más proyectos similares en otras regiones de Colombia con iguales parámetros pero que se adapten a las condiciones ambientales y sociales de cada región.

CONTEXTO

En el último siglo sucedieron eventos que transformaron la demografía del país como el proceso de industrialización y el conflicto armado que hicieron que los movimientos migratorios sobre todo del campo a la ciudad fueran a gran escala. En la mayoría de casos los movimientos de lugar de residencia se hicieron por los sectores más pobres de la sociedad, lo que causaba que al llegar al nuevo lugar de residencia no tuvieran una situación estable y sin propiedad de residencia donde vivir, esto sumado a la falta de ayuda por parte del estado desencadenó la crisis de vivienda que está sufriendo actualmente Colombia.



Fig. 1. Referencia de Colombia en América.

Fuente: www.wikipedia.org



Fig. 2. Región Andina en Colombia.

Fuente: www.wikipedia.org

La región andina comprende la tercera parte del área total del país y es la de mayor concentración demográfica albergando 34,4 millones de habitantes de los 48,2 totales lo que equivale a un 71,36% de la población. Esta región está compuesta por muchos tipos de geografía y climas, la geografía es muy variable desde los 400 msnm hasta poblaciones con

2500 msnm, lo que la convierte en una zona con gran variedad de ecosistemas, sectores productivos y sociedades.

Hubo grandes movimientos migratorios entre el siglo XIX y XX principalmente de las zonas de Antioquia (noroccidente) hacia el centro y de Cundinamarca y Boyacá (norte) hacia el sur, esto con el fin de la expansión comercial y en búsqueda de zonas más productivas y nuevas oportunidades de vida creando nuevos centros urbanos y expandiendo los ya existentes. A mediados del siglo XX surgen los dos factores que desencadenaron la crisis de vivienda en Colombia, la industrialización y el inicio del conflicto armado.



Fig. 3. Falta de planificación en las ciudades.

Fuente: www.arquitectura.medellin.unal.edu.co



Fig. 4. Proyecto VIS.

Fuente:
www.elpais.com.co

La problemática del crecimiento de las ciudades es por medio de dos fenómenos, el primero es el crecimiento espontáneo en zonas donde se urbanizan de forma individual sin ninguna planificación urbana ni apoyo de las administraciones locales y el otro son los proyectos de VIS liderados por las administraciones gubernamentales y constructores privados. En ninguno de estos dos casos las viviendas son planeadas con las condiciones adecuadas de habitabilidad y no se proyectan con un sistema constructivo eficiente que permita optimizar recursos y que los procesos de fabricación se acerquen a prácticas sustentables.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

A partir de la formulación de los objetivos se establecen los antecedentes que describen la situación de la vivienda social desde varios puntos de vista sociales, técnicos, constructivos y económicos con el fin de establecer el punto de partida de la investigación y de los campos de estudio, a partir de estos antecedentes se profundiza en cada campo para hacer un análisis a profundidad.

La vivienda más que una construcción física es un elemento de desarrollo social por lo tanto es un objeto de estudio con múltiples variables que intervienen en su proceso histórico y desarrollo espacial tanto a nivel de sociedad como a nivel individual o de cada núcleo familiar específico. Al existir tantas variables a nivel de país se delimita el área de la propuesta a una hay más porcentaje de población y crecimiento urbano.

Al determinar el área de la propuesta por medio de un análisis de región estudiando las problemáticas de población, los niveles de migración, incidencias históricas y crecimiento poblacional se llega a la conclusión de enfocar el estudio y propuesta en la región Andina de Colombia como la zona de mayor impacto del problema al que se enfoca la propuesta.

La recolección de información abarca varios aspectos de la situación actual e histórica para poder entender todos los factores que influyen en el proceso de construcción de vivienda, el proceso histórico es indispensable para entender cómo empezó a surgir el concepto de vivienda de interés social en el país y a partir de unos programas y políticas se fue desarrollando hasta un manejo muy diferente al de hoy pero con un concepto y un sistema constructivo muy similar al del inicio. En el mismo lapso de tiempo de estudio de las políticas y concepción de la idea de la vivienda de interés social se estudia los movimientos de población y su crecimiento enfocado en las problemáticas que surgen a partir de la falta de soluciones de vivienda, el hacinamiento, la satisfacción en cuanto a servicios públicos.

La investigación se enfoca posteriormente en el estado actual de la vivienda a nivel individual, su sistema constructivo, características espaciales y especificaciones técnicas para poder determinar sus beneficios y desventajas y a partir de aquí ir resaltando los puntos a tomar en cuenta para estructurar la propuesta. A esta sección también se incluye el análisis de la producción de materiales y la formación de la mano de obra ya que todo esto se interrelaciona para dar como resultado el campo de la construcción de la vivienda social que se da en la región andina.

El estudio y su análisis permiten concluir con varios puntos desde donde se tomaran los parámetros que permitan definir qué tipo de propuesta se necesita y que respuesta es la más óptima en cuanto a eficiencia de recursos, tiempo y mano de obra. Se busca que la solución que se proponga sea el reflejo de todo el potencial que existe actualmente en cuanto a recursos de materiales y el óptimo uso de los sistemas constructivos y tecnológicos para la producción de viviendas siempre enfocándose en el concepto de vivienda progresiva que permita el desarrollo espacial a futuro y del confort para elevar la calidad de vida de la población.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema constructivo para resolver la problemática de la creciente demanda de vivienda social en las zonas andinas altas de Colombia para los sectores sociales más marginales, integrando conceptos y conocimientos de prefabricación, sostenibilidad, construcción progresiva y modular con el fin de optimizar los recursos y tiempos de construcción dentro de parámetros que posibiliten el mejoramiento de la calidad de vida y la generación de confort para la población. Con la implementación de un nuevo diseño se busca cambiar los parámetros en la forma de construir vivienda de interés social en Colombia y así poder integrar la tecnología en este campo para optimizar los resultados tanto constructivos como habitacionales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio sobre la cronología y desarrollo del proceso de desarrollo de vivienda en Colombia y sus factores que han llevado a la actual problemática de vivienda.
- Determinar las variables adecuadas de habitabilidad que necesita la población para implantar en un modulo residencial optimo y eficiente.
- Generar el diseño de un sistema constructivo residencial que sea más optimo que el sistema tradicional de construcción de viviendas de interés social.
- Integrar procesos de prefabricación al modelo residencial para la optimización de recursos y tiempo.
- Permitir a partir de un diseño modular que el usuario pueda modificar y realizar la transformación de su vivienda con un sistema constructivo regulable y transformable.
- Incorporar ideas de confort y desarrollo habitacional a los proyectos residenciales de población marginal.
- Dar una nueva opción para que los proyectos de vivienda sean más accesibles a la población lo que representaría que los recursos de vivienda puedan convertirse en un mayor número de soluciones para la población.
- Implantar un modelo que sea más respetuoso con el medio ambiente integrando procesos donde haya un menor desperdicio y sea más eficiente con los materiales utilizados.
- Implantar un modelo que sea el punto de partida para el desarrollo de otros modelos en zonas diferentes teniendo en cuenta la ubicación geográfica y las condiciones de contexto a nivel de región y de país.
- Generar procesos constructivos equilibrados entre el contexto urbano y el medio ambiente.

ANTECEDENTES

Hay un gran déficit de vivienda social en Colombia en una sociedad con profundos problemas sociales y de seguridad, esta población en continuo crecimiento con un gran porcentaje en condición de pobreza sin las condiciones para adquirir una vivienda digna para desarrollar adecuadamente sus vidas.

La problemática más fuerte se da en las ciudades por las continuas migraciones desde la década de los 70s hasta la actualidad, estas migraciones masivas causadas por la violencia y por la búsqueda de mejores oportunidades de trabajo con un crecimiento improvisado de las ciudades sin planes de vivienda y con pocos casos de planificación cuando las ciudades tuvieron la mayor expansión.

El valor de la vivienda es alto con respecto a los ingresos promedio de una familia, lo que limita el desarrollo familiar y que el costo de vivienda cubra los ingresos de otros gastos familiares como la educación o salud. Esto termina por convertirse en un ciclo en donde un núcleo familiar está sumergido en la pobreza e incapaz de invertir en educación o en obtener mejores fuentes de ingreso.

La región andina es donde más se agrava el problema ya que es la zona que tiene mayor concentración poblacional y mayor crecimiento de las ciudades, a pesar de ser la zona con mayor crecimiento económico es donde los sectores marginales tienen la peor calidad de vida, por lo que es indispensable crear una opción que mejore la calidad de vida en esta región.

Los programas de vivienda y planificación de las ciudades empezaron mas tarde de lo que sucedió con la población y los factores que conllevaron a los movimientos poblacionales y a la demanda de vivienda, el paso de un país rural a un país urbano causo un gran cambio en las dinámicas del país y en la forma de vida de la población, cuando la planificación y apoyo a la creación de vivienda surgió las ciudades ya tenían un rápido crecimiento y las migraciones a las ciudades causaban un gran cambio en las ciudades.

Desde la década de los 70s la vivienda paso a formar parte de un elemento de mercado controlado por los constructores y la especulación, con la exigencia de crear proyectos de viviendas a mayor escala las empresas constructoras se centraron en crear un mayor número de viviendas lo que fue dejando de lado las especificaciones técnicas y la habitabilidad que son las determinantes en gran medida de la calidad de vida de las familias. El sector bancario que otorgaba créditos para viviendas sociales también determino mucho el desarrollo social ya que los créditos bancarios en muchos núcleos familiares deterioraban absorbiendo gran parte de los ingresos familiares, lo que impedía que las familias puedan gastar dinero en otro tipo de bienes o servicios.

La vivienda social en Colombia no ha tenido gran variación en su proceso histórico en muchas décadas, su sistema constructivo no contempla aspectos de ubicación, geográficos o climáticos, los programas de vivienda implantan el mismo sistema para todas las regiones del país en un sistema en elementos de hormigón aporricados y muros en fabrica de ladrillo

revocado con mortero de cemento, en muy pocos casos hay mampostería estructural pero que da el mismo resultado con viviendas que exigen mucha mano de obra, sin procesos prefabricados y construcciones con gran porcentaje de desperdicio en sus materiales.

La normativa de vivienda social en Colombia establece crear todos los proyectos bajo el concepto de vivienda progresiva, es un concepto que contempla que las viviendas deben tener la capacidad de modificarse y crecer en altura para ajustarse a las necesidades de los usuarios, pero el actual modelo de construcción no facilita que se dé el crecimiento porque no está pensado para expandirse estructuralmente ni tampoco en su red de servicios.

Los proyectos de vivienda gratuita de los últimos años han permitido que parte de la población acceda a la vivienda pero ha habido un efecto contra productivo ya que los constructores en su afán de lograr construir un mayor número de soluciones de vivienda y reducen la calidad de las especificaciones técnicas y de acabados, entregando a las familias una vivienda muy básica con las mínimas condiciones de habitabilidad.

Con un déficit de 3,828.055 de viviendas en el país es urgente cambiar el actual modelo de construcción e implantar procesos de prefabricación e industrialización que aceleren la construcción de viviendas sociales e implantar procesos de eficiencia durante y después de la construcción para poder obtener un mejor rendimiento de la energía y de los recursos.

La construcción actual de vivienda social es un proceso que toma mucho tiempo y la población marginal no está en condiciones de espera por situaciones como la violencia y el desplazamiento, la causa de la demora en la construcción es que todas las actividades de obra se hacen de forma manual, la estructura fundida en hormigón con una formaleta de madera la cual toma la mayor parte del tiempo, y los muros de cerramiento en fábrica de ladrillo. Es necesario involucrar procesos de prefabricación que ahorre los tiempos de entrega de las viviendas.

Las condiciones habitacionales de la población pobre ha ido empeorando en las últimas décadas a causa de la accesibilidad a la vivienda, el precio del suelo urbano ha incrementado drásticamente lo que causa un hacinamiento en la periferia de las ciudades donde los servicios públicos tienen menos cobertura.

Muchos de los procesos de crecimiento urbano fueron fruto de la improvisación y la urbanización informal por la necesidad de la gente de adquirir un espacio para vivir sin disponer de recursos económicos, esto causó en las ciudades muchos conflictos para las administraciones gubernamentales para adecuar las nuevas zonas informales e incorporarlas en los nuevos programas de planeación urbanística, estas zonas pasarían muchos años sin la cobertura de servicios y accesibilidad.

Colombia tiene un crecimiento poblacional para el año 2014 fue de 1,07% pero en 2004 el índice de crecimiento era de 1,97%, el índice ha ido descendiendo pero hace pocas décadas era muy alto lo que hizo que gran parte de la población sea joven ahora y esta población está conformando ahora nuevos núcleos familiares por lo que la demanda de viviendas sigue siendo muy alta. Esta demanda seguirá creciendo por muchos años hasta estabilizar el crecimiento de población y la oferta de viviendas.

En muchos casos las ciudades se han extendido a zonas naturales que conforman ecosistemas frágiles y sobre cuerpos de agua causando contaminación y un enorme deterioro de los ecosistemas, la mayoría de casos de zonas de invasión son sobre zonas de montaña con área boscosa que termina por completo con grandes riesgos por los posteriores deslizamientos y erosión.

Los climas y tipos de geografía en Colombia son muy diversos por eso el proyecto se centra en la zona andina para entrar a trabajar en una zona común aunque en solo esta zona hay gran variedad de zonas climáticas, para generar una propuesta de vivienda en la zona andina es necesario contemplar la posible adecuación de esta para cada zona ya que con el cambio de temperaturas y de suelo las viviendas obtendrán diversas características.

Por muchos años la industria de la construcción se centro en sistemas estructurales a base de cemento, acero, hierro y elementos de mampostería, se desarrollaron industrias de alto nivel a base de estas materias primas que hay en gran cantidad en el país, el cemento tiene una industria y producción más desarrollada, en cuanto que los productos metálicos dependen mucho de las importaciones y del mercado internacional aunque en los últimos años sus precios han descendido por el crecimiento de la producción interna y la reducción de los precios internacionales.

La madera no ha tenido tanto desarrollo por que la madera que se produce en el país no llega a obtener las condiciones de resistencia y durabilidad que se exige para viviendas en zonas sísmicas que puedan crecer en altura, la mayoría de la producción de madera es para fabricar paneles y para mobiliario.

PROCESO HISTORICO DE LA VIS EN COLOMBIA

Etapas históricas

Las migraciones en Colombia siempre han sido un punto trascendente de la historia de Colombia, desde la independencia de Colombia hace más de dos siglos apareció la necesidad de colonizar nuevos territorios en búsqueda de lugares más productivos y con más oportunidades de negocios. Después con el crecimiento acelerado de la población y de las ciudades estos movimientos migratorios eran mucho más difíciles para la población por el grado de capital y de inversión que necesitaba para lograr tener la propiedad de una vivienda.

Por esta razón el gobierno empieza hace casi un siglo a incentivar e invertir en proyectos de VIS con el fin de contrarrestar la problemática habitacional y en principio por controlar las condiciones de salubridad en las ciudades en más rápida expansión. Esta investigación se basa en varios documentos en los cuales llega a la misma conclusión de clasificar el proceso histórico de las VIS en Colombia en 5 etapas principales donde van evolucionando de acuerdo a las condiciones socioeconómicas de cada época, la dimensión de la problemática y a los conceptos de solución.¹

Concepción higienista (1918-1942):

Las inadecuadas condiciones de salubridad dentro de las viviendas tanto rurales como urbanas generan que surjan denuncias por parte de varias organizaciones médicas respecto de las condiciones de habitabilidad. Por lo cual el gobierno crea instituciones para promover y mejorar las condiciones de vivienda y crea inversiones a través de los bancos estatales. Un hecho que permitió desarrollar nuevas políticas y que el gobierno se involucre más con las políticas de vivienda fueron las reformas de 1936 en donde se cambia el enfoque de la sociedad hacia una propiedad con enfoque social lo que representa que es un elemento dentro de un sistema y como tal influye en la sociedad y la ciudad. El gobierno busca intervenir en la economía y la salud pública por una reforma que busca integrarse más con la población y combatir la pobreza. Los proyectos iniciales de vivienda estaban enfocados en viviendas para obreros y granjas familiares, en los cuales se empezaron a ofrecer créditos de vivienda individuales. Entre el gobierno de 1936-1942 se crea el Instituto de Crédito Territorial (ICT) enfocado hacia la construcción y financiación de la vivienda rural. Se crean bancos de materiales y los procesos de organización y planeación de proyectos se organizan con mayor planeación, hay una intención por generar créditos equitativos para las diferentes clases de población y la construcción de vivienda se enfoca en la vivienda urbana. En esta época empiezan a surgir los proyectos de construcciones de barrios para generar vivienda urbana y hay mayor atención al crecimiento urbano por el crecimiento de la industria y de la migración de la población urbana hacia las ciudades.

¹ Etapas históricas basadas del libro Ministerio de vivienda ciudad y territorio, *Colombia: 100 años de políticas habitacionales*. Carlos García Tobon.

Concepción institucional (1942-1965):

Se consolida la intervención del estado y empieza a intervenir en la oferta y demanda de las unidades de vivienda, para promover la creación de vivienda se crean instituciones que desarrollan viviendas como la Caja de crédito agrario, la Caja de vivienda popular de Bogotá y la Caja de vivienda militar en 1947. En esta época también se invierten recursos en la infraestructura de agua potable y saneamiento básico con lo cual se mejoraban las condiciones de vivienda y estos factores entran a formar parte importante de los nuevos proyectos y planes de crecimiento de ciudades y sectores rurales, para lograrlo se crean instituciones como: el Instituto de fomento Municipal (INSFOPAL) y el instituto nacional de salud con competencia en saneamiento y agua potable en el campo.

Se crean nuevas formas de inversión en el campo de la vivienda además de los recursos del presupuesto nacional como las inversiones en valores de los bancos y compañías de seguros y la vivienda social empieza a entrar en el concepto de vivienda económica. Se le da la capacidad al sector privado de generar vivienda e intervenir en programas de vivienda social a través de titular en bonos del ICT y del BCH, así como en la modalidad de inversión obligatoria de los excedentes de renta líquida. Con esto se amplía el mercado y las opciones para el desarrollo de vivienda, los beneficios de políticas y créditos se amplían a la compra de lotes, financiación de vivienda usada, adecuaciones y reconstrucción.

Entre 1953 y 1957 se crean los subsidios del gobierno que pagan parte de la vivienda de acuerdo al número de hijos que tenga el núcleo familiar, y se transforman varias corporaciones de vivienda para afrontar problemas concretos como la erradicación de tugurios y de ayuda mutua con planes como la autoconstrucción programada aportando el beneficio con el lote de construcción y materiales. En esta época se dan los primeros casos en que el gobierno utiliza la ley de propiedad para uso y beneficio público para hacer expropiaciones de propiedades para hacer proyectos de vivienda de interés social.

Hay un análisis más profundo que en épocas anteriores y surgen nuevas preocupaciones en el desarrollo y mejoramiento de las viviendas, en el planteamiento de los nuevos barrios se crean normas que profundizan en condiciones básicas como el aislamiento de zonas de servicios con zonas privadas, áreas mínimas, asolación, número de habitaciones, accesibilidad y adecuada distribución, buena práctica de técnicas constructivas y por primera vez se habla de procesos de prefabricación y de programas de construcción progresiva.

Entre 1958 y 1962 el problema de la vivienda toma dimensiones de mayor proporción y se determina que esto es causa del subdesarrollo del país y la poca capacidad de adquisición de las familias de Colombia, las ciudades tienen una mayor dimensión y llevar los servicios públicos a las periferias de ciudades donde normalmente se construyen las viviendas sociales hace que el valor de la construcción se incremente lo que dificulta más a la población adquirir una vivienda.

Se empieza a abordar la forma de entender el problema de vivienda en Colombia de forma cuantitativa y cualitativa, ya que en el segundo la problemática es más grave por el surgimiento de tugurios y muchas zonas residenciales con condiciones precarias de salubridad, sistema constructivo y proporción de residencia. Así surgen planes como el P3 o de terceras

partes donde se adjudica dineros públicos para la intervención directa sobre la vivienda. Se busca incentivar el ahorro y la colaboración en la autoconstrucción concepto que remplazo al de ayuda mutua con el fin de dar menor impacto al costo final de la vivienda, dentro de las nuevas normativas surgen parámetros mínimos para plantear las viviendas dentro del concepto de la ciudad compacta, pero dada la escala del problema es claro que los esfuerzos públicos no serán suficientes y se plantea la integración de organismos internacionales para generar ayuda.

Periodo de transición (1965-1972):

Se da mayor carácter de intervención e inversión a las entidades, principalmente al Fondo nacional de ahorro (FNA) que empieza a operar con las cesantías de los funcionarios del sector público para desarrollar programas habitacionales y líneas de crédito hipotecario. En 1969 se crea el consejo superior de vivienda y desarrollo urbano como organismo que rige el curso de la política habitacional y urbana del país. En el sector más pobre de la población se generan subsidios directos e indirectos y se promueve la autoconstrucción como medida para abaratar los costos de construcción. Se introduce el concepto de vivienda de interés social que se define como una vivienda económica y subsidiada para la población con pocos ingresos y capitales y entra en la legislación el concepto de vivienda comercial.

Los planes de desarrollo toman un rumbo diferente a los anteriores planteamientos donde no se busca que la población del campo se movilice hacia la ciudad sino que se pretende reactivar el campo e implantar una reforma agraria para aumentar la productividad nacional. Entre 1970 y 1972 se modifican los institutos y se da paso a las Corporaciones de ahorro y vivienda, modelo que seguiría hasta el año de 1990 el cual conserva el modelo universal de gestión de la política de vivienda.

La construcción se convierte en un sector masivo de empleo que tiene gran influencia en la economía y con fuerte influencia en otros sectores como la producción de materiales y otros subsectores económicos. En nuevas normativas se integran nuevos factores al manejo de capital para inversiones y creación de vivienda como la inflación, la financiación de constructores y se permite la creación de más corporaciones de ahorro y vivienda creando las unidades de poder adquisitivo constante UPAC.

Periodo de corporaciones de ahorro y vivienda (1971-1990):

Se inicia una intervención muy fuerte por parte de las entidades bancarias y constructores privados que empiezan a crear un nuevo mercado para la vivienda social apoyados sobre las corporaciones de ahorro, así surgen dos modalidades de oferta en el mercado: la vivienda pública por encargo y la vivienda formal de origen privado. Dentro de la vivienda social hay dos métodos de construcción: las asociaciones de vivienda y la producción informal o ilegal.

El mercado y el control sobre la oferta de vivienda social pasa a ser controlada por actores privados y a formar parte del mercado general de la economía en lo cual el gobierno pasa a

establecer las normativas y leyes que controlen y promuevan la construcción adecuada de las nuevas zonas de vivienda, se completa el marco legislativo para las corporaciones de ahorro y vivienda y el gobierno se enfoca en que la construcción sea un gran generador de empleo que apalanque la economía del país junto con las exportaciones.

Nuevas concepciones de ciudad empiezan a modificar los planes urbanos como el de ciudad dentro de la ciudad que busca revitalizar el papel de la unidad residencial dentro de un espacio urbano. Los planes de estructuración permitían cuatro opciones de soluciones: zonas subnormales, vivienda de desarrollo progresivo, servicios comunales básicos y mejoramiento de las comunidades.

Entre los años de 1982 y 1986 hay cambios importantes en las políticas de vivienda: vuelve a ser importante solucionar el déficit cuantitativo de viviendas hacia la población más necesitada y se fortalece la capacidad financiera y operativa del ICT. Por lo cual se dan nuevas metas a corto y mediano plazo para lograr construir un mayor número de viviendas y mejorar las condiciones de los entornos menos favorecidos mejorando las condiciones habitacionales, todo esto dentro de políticas que facilitaban el acceso a la población como subsidios y programas de apoyo. Con la ley 9 de 1989 se da vía libre a la descentralización de los programas de vivienda lo que conlleva a que Bogotá genere proyectos a gran escala y que los operadores privados diversifiquen los usos de los proyectos con nuevas condiciones de densificación y manejo de alturas.

Concepción de mercado y los subsidios a la demanda (1990-2012):

Se busca cambiar el planteamiento de cómo se aborda el problema de vivienda, ya no se ve la construcción como el sector líder de la economía sino que se busca enfocar más en planteamientos de distribución de ingresos, según este modelo el gobierno no debe competir con el sector privado para la oferta de bienes, la vivienda se formula como un bien de mercado controlado por un operador privado bajo parámetros y planificación de instituciones gubernamentales. Hay una crisis que desacelera la generación de vivienda y entra en crisis el ICT aumentando el déficit de vivienda, a partir de aquí es necesario replantear el sistema y nace el sistema nacional de vivienda de interés social y el subsidio familiar de vivienda enfocando la vivienda a una unidad de mercado lo que en parte genera un conflicto con las políticas de 1991 de acceso a una vivienda digna a todos los colombianos y a la resolución 4 del consejo económico y social de las naciones unidas de 1992.

Durante 1994 hay un cambio de concepción no solo desde la visión urbana sino desde la vivienda como punto y factor clave para el desarrollo del capital humano y generador de desarrollo de la calidad de vida, creando redes de solidaridad para la población más pobre. En 1999 hay una crisis del sistema UPAC que obliga a replantear el sistema y el modelo de subsidios y apoyo para la población más vulnerable, así son creadas las cuentas de ahorro para el fomento de la construcción. En los años posteriores el sistema continúa sin mayores cambios con leves incrementos de inversión.

Entre el 2006 y el 2012 se implementa la política de ciudades amables en donde que inicia una serie de estrategias con el fin de reducir la pobreza, promocionar el empleo y generar mayor equidad en la población, utilizando los siguientes mecanismos: articulación y puesta en marcha de políticas y programas sectoriales como mejoramiento integral de barrios, macro proyectos para VIS, renovación y redensificación urbana, fortalecimiento de la oferta de vivienda, promoción de la creación de bancos de materiales, impulso a estrategias financieras.

En el último gobierno había la meta de construir un millon de viviendas y de estas 649.454 viviendas eran de interés social, en casi 4 años la meta está muy lejos al completarse solamente un aproximado de 15%.

Ejemplos de proyectos de VIS en Colombia

Ha habido diferentes niveles de escalas en el momento de desarrollar proyectos de VIS en Colombia, algunos de estos casos son grandes ejemplos del urbanismo y de la adecuada concepción y entendimiento del crecimiento de las ciudades y otros proyectos que simplemente responden a una necesidad de generar un número determinado de viviendas y no propone nada con la ciudad y su entorno siendo resultado solo de una actividad de mercado de oferta y demanda.

Cuando se da una adecuada integración de los actores se llega a adecuados resultados en nivel urbano y hay una adecuada integración de las diversas actividades urbanas, pero en la historia de Colombia nunca se ha abordado la problemática de la VIS a nivel individual buscando resolver situaciones de confort y de calidad de vida a nivel individual y de núcleo familiar.

Ciudadela Colsubsidio 1980 – Bogotá:



Fig. 5. Vista aérea de la ciudadela Colsubsidio.

Fuente: www.plataformaarquitectura.cl

Este proyecto que empezó a construirse a inicios de 1980 con la idea de generar una ciudad dentro de la ciudad, fue un planteamiento urbano con muy buen resultado, en un área de 150

hectáreas se resuelven varios tipos de viviendas. Este proyecto se destaca por su aporte al espacio público pero a nivel de solución residencial individual sigue teniendo el mismo sistema que se ha utilizado desde hace muchas décadas atrás en Colombia.

El sistema constructivo tradicional que se usa en Colombia se ha implantado en todas las regiones, es una estructura en hormigón que se trabaja de manera muy artesanal con formaletas en madera que se colocan de manera manual desde el corte hasta la colocación de elemento por elemento. Para la mezcla de hormigón y morteros todo se hace manual en el lugar de la obra con muchos desperdicios y la fabricación de muros es en fabrica de ladrillo una actividad que toma mucho tiempo y que requiere mucha mano de obra.



Fig. 6. Tipos de vivienda en la ciudadela Colsubsidio. Fuente: www.wikipedia.org

Proyecto tipo de VIS en Colombia:

Este es un diseño tipo que se usa en Colombia para hacer una vivienda básica de desarrollo progresivo que consiste en entregar a un núcleo familiar una vivienda con los espacios básicos y a medida del transcurso del tiempo la vivienda puede ir teniendo ampliaciones hasta acomodarse a las necesidades de los usuarios.

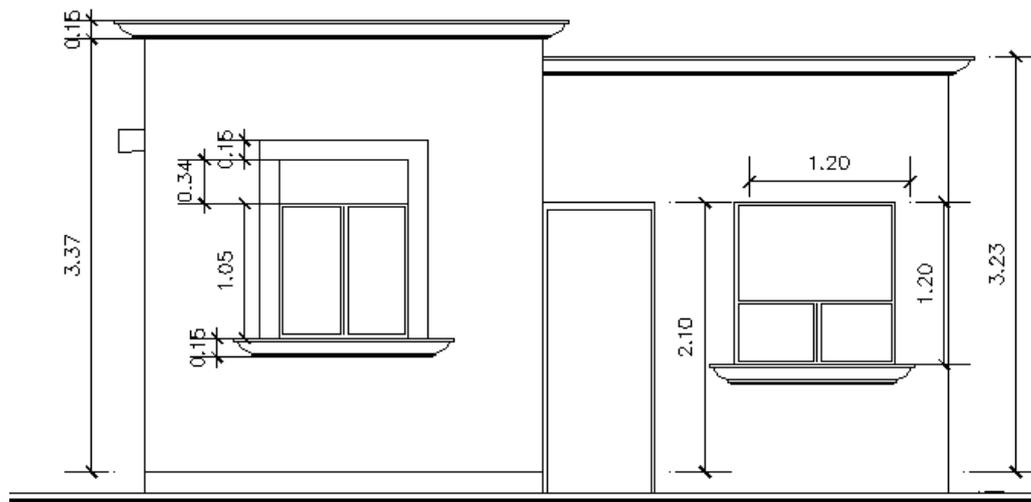
Por lo general hay dos sistemas estructurales que se usan en las viviendas de interés social, uno es con elementos estructurales de columnas y vigas en concreto y muros en fabrica de ladrillo y el otro sistema en con muros de carga. Los dos casos son muy similares y prácticamente se aplican los mismos materiales, el mismo equipo, técnicas de trabajo y la capacidad de mano de obra. Esto implica que no hay procesos prefabricados, todas las actividades se producen de forma artesanal sin apoyarse en procesos industriales para optimizar los resultados de las construcciones, este modelo no tiene planteamientos acústicos ni climáticos, se basa únicamente en generar un cerramiento para delimitar la unidad de vivienda y los espacios interiores.



Fig. 7. Vivienda de interés social en Bogotá y Buga.

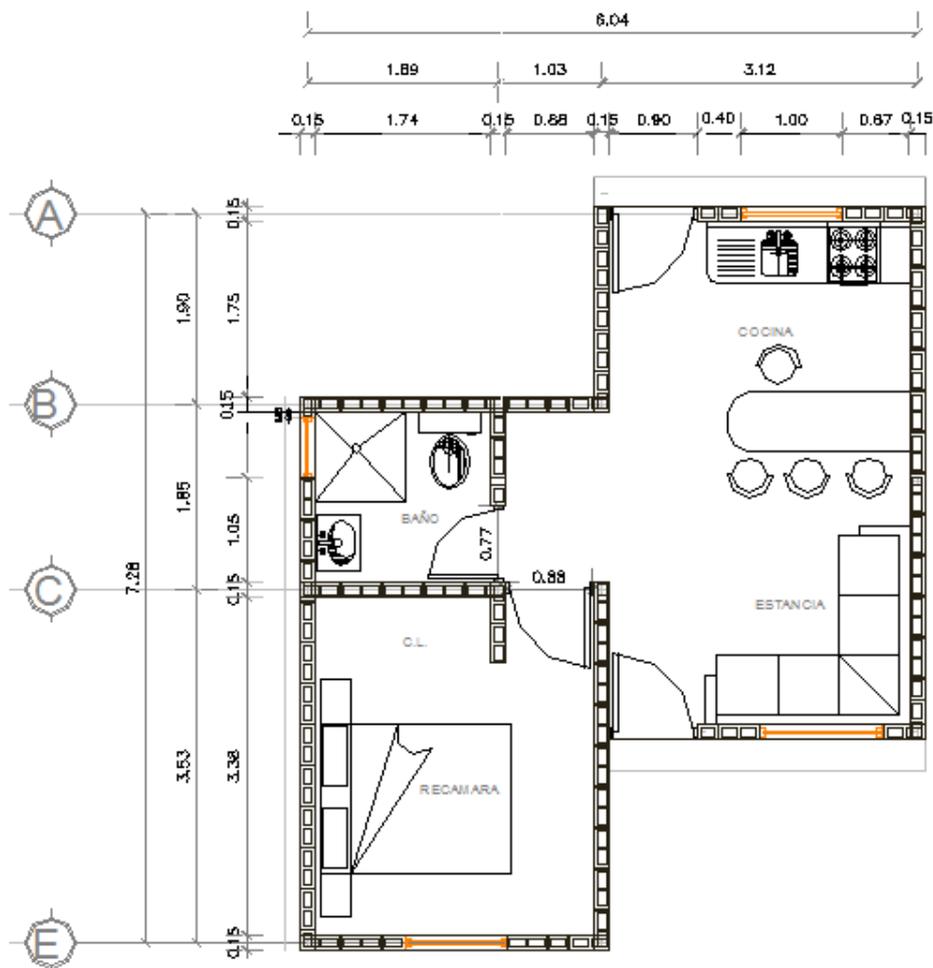
Fuente:

www.presidencia.gov.co



FACHADA PRINCIPAL, OPCION 1

ACOT: MTS



PLANTA ARQUITECTONICA

AREA DE CONSTRUCCION 33.89m

Fig. 8. Planimetría de vivienda interés social.

Fuente: Archivo de constructor.

Vivienda de interés social en bambú en Villamaría:

Este es uno de los escasos casos donde se hizo un estudio profundo del usuario y del contexto para desarrollar vivienda de interés social, en el municipio de Villamaría en el centro de Colombia en una zona donde hay una gran producción de bahareque, y teniendo en cuenta que la población tiene la capacidad y el conocimiento para trabajar con este material.

El bahareque es un tipo de bambú y es un material con características de resistencia y maleabilidad en la forma de trabajarlo en obra que resulta muy práctico y eficiente a la hora de formar estructuras. En Colombia el tipo de bambú más frecuente es la guadua *Angustifolia*, que tiene grandes características de resistencia, ligereza y solidez.

Este proyecto busca recuperar esta técnica tradicional que poco a poco se ha ido perdiendo, en las últimas décadas se implanto el encementado para los cerramientos y entrepiso como una integración de lo tradicional y los procesos y materiales más comerciales, este proyecto además de generar muchas soluciones de vivienda permitió compartir el conocimiento de la técnica entre personas de mayor edad que la conocían y una nueva generación de trabajadores de la construcción.



Fig. 9. Construcción en Bahareque encementado, Manizales.

Fuente: Proyecto VIS en bahareque encementado, UPC.



Fig. 10. Entramado de cubierta.

Fuente: Proyecto VIS en bahareque encementado, UPC.

Esta técnica permite trabajar con una modulación que se ajusta a cualquier dimensión y por lo general las construcciones llegan a alturas de dos o tres plantas, son estructuras con ligereza y gran capacidad de carga lo que permite un uso exigente a las construcciones y que su vida útil sea más prolongada que otro tipo de construcción con menor mantenimiento.



Fig. 11. Uniones estructurales.

Fuente: Proyecto VIS en bahareque encementado, UPC.

Esta técnica permite una gran cantidad de opciones al momento de generar uniones estructurales lo que permite que sea un sistema constructivo muy versátil y práctico para desarrollar diversos tipos de construcciones sin importar su tipología o modulación. Este sistema no requiere materiales complementarios ni equipo de trabajo complejos, lo cual es muy eficiente en cuanto a costes ya que abarata la obra pero si se requiere que las personas que la trabajen tengan un buen conocimiento y que tengan muy buena técnica de trabajo.

Las luces que se generan son muy amplias beneficiando mucho la espacialidad interna y con una modulación más amplia ente los ejes estructurales, para los cerramientos hay varias opciones pero la más común es hacer un entramado con madera y colocar mortero por ambas caras del entramado hasta lograr una pared con suficiente espesor para ser muy estable. Antes era común en vez del mortero aplicar una mezcla de agua, paja y tierra, pero tomaba más tiempo, más mano de obra y no era tan estable y firme como la mezcla de mortero.

Política habitacional en Colombia

En el último gobierno la política de vivienda social en Colombia ha debido transformarse drásticamente, el déficit alcanzó un nivel tan alto y los índices de inequidad y pobreza son alarmantes, en esta medida el gobierno cambió su forma de apoyar la adquisición de vivienda para la población pobre. Así surgieron programas de vivienda gratuita, subsidios para la compra de vivienda nueva y usada y facilidades en las tasas de interés para todos los programas.

Además surgieron proyectos de vivienda a mayor escala, el objetivo del gobierno era que en cuatro años construyera un millón de vivienda pero muy lejos de su objetivo logró concebir proyectos de escala adecuada para empezar a pensar que las soluciones de vivienda deben tener una visión más amplia y un mayor enfoque.



Fig. 12. Diagrama de tipo de apoyo a la población. Fuente: MVCT.

A partir del 2012 el gobierno por ley cambia la política de asignación de vivienda y crea la vivienda gratuita para las familias que no tienen capacidad de ahorro ni acceso a créditos, con este cambio se crean 281 proyectos en 211 municipios del país. Con este planteamiento de proyectos se mejoraron un poco las condiciones de entrega de vivienda en cuanto a especificaciones técnicas y acabados, además se aumentó el área de construcción por vivienda de 35m² a 47m². Esto hace que las condiciones de habitabilidad mejoren y se desarrolle una sostenibilidad social que integran más a la población con el espacio del proyecto. También se ha incentivado mecanismos para mejorar las condiciones de oferta del suelo con el fin de que se incentive la creación de proyectos y que haya una mayor equidad en cuando a la distribución del suelo en la población, además esto permite la creación de macroproyectos complementados con equipamientos y servicios de nivel urbano.

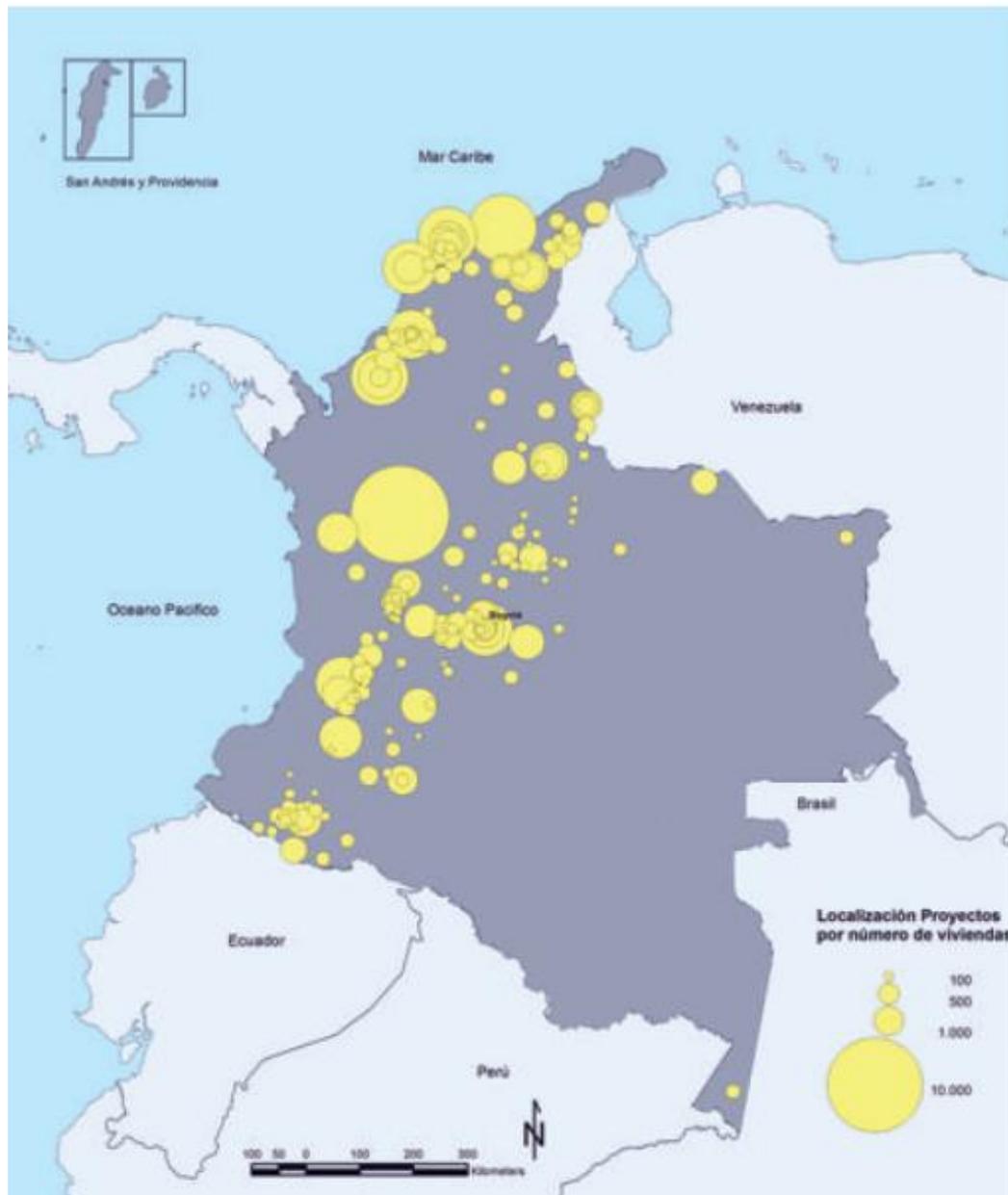


Fig. 13. Distribución y escala de proyectos de vivienda gratuita. Fuente: MVCT

En la imagen queda clara la distribución y su jerarquía corresponde a la zona andina donde se concentra la mayoría de la población de Colombia y en donde hay mayor necesidad de solucionar la problemática de vivienda. Los centros urbanos son los que reciben más población que emigra en búsqueda de trabajo o de seguridad.

Con las nuevas políticas el gobierno enfoca esfuerzos en apoyar a los núcleos familiares en situación de vulnerabilidad dándoles una unidad de vivienda y proveyendo de servicios básicos para que puedan desarrollar una calidad de vida digna y así combatir la inequidad existente en el país.

Estado actual de la vivienda en Colombia

Gran parte de la población en Colombia no tiene acceso a vivienda, de una población superior a los 46 millones y un promedio de 4 personas por núcleo familiar, hay un déficit general de 3,828.055 unidades de vivienda de los cuales se distribuyen de en cuantitativo 1,307.757 y déficit cualitativo 2,520.298. El método de investigación cuantifica el número real de viviendas necesitadas y las condiciones de vida de la población para encontrar los puntos de insatisfacción que convierten las demandas cualitativas y cuantitativas. Además del número de vivienda es importante identificar las carencias en las redes de servicios públicos y servicios para determinar cómo influye en el desarrollo de la población.

La inequidad en Colombia y la falta de gestión en la ayuda a la población necesitada a hecho que en Colombia se crearan sectores de vivienda de forma improvisada y sin planificación, estos sectores se ubicaron en zonas suburbanas y por lo general en los lugares menos indicados para la urbanización y la construcción por la accesibilidad de servicios, condiciones topográficas y calidad del suelo. Cuando las migraciones se dieron hacia las ciudades ya existía un déficit de viviendas que era evidente, ante esto la población que llegaba no encontraba apoyo del gobierno ni lugares donde vivir, así empezaron a darse en Colombia “los barrios de invasión”.

Estos barrios de invasión son lugares en donde un grupo de personas se asentaban con las pocas pertenencias que tenían en propiedades que no eran de ellos e ilegalmente empezaban a construir sus viviendas individualmente sin ninguna planificación e idea de la concepción urbana o arquitectónica. Estos barrios de invasión tuvieron tan rápido crecimiento que el gobierno no tuvo la capacidad de reacción y control ante este problema por su falta de interés en la política habitacional y falta de herramientas. Estos barrios poco a poco se consolidaron pero su pésima ubicación y falta de ubicación perpetuaron su problemática de déficit de servicios públicos y conectividad con las ciudades.



Fig. 14. Barrio de invasión, Medellín. Fuente: Unperiodico – Universidad Nacional de Colombia

Un gran porcentaje de estos barrios se crearon en zonas donde causaron un gran impacto a zonas de reserva o cuerpos de agua, además su falta de redes de acueducto y alcantarillado hicieron que los ríos y quebradas cercanas se contaminaran rápidamente. Uno de los casos más problemáticos se dio en Bogotá a partir de la década de los 60 donde muchos grupos de poblaciones empezaron a ocupar zonas cercanas a humedales y lagos, en pocos años estos ecosistemas se fueron deteriorando y contaminando, los cuerpos de agua perdieron su capacidad de retener agua y se secaron y muy pronto estas zonas se rellenaron y se siguió construyendo viviendas donde antes estaban los cuerpos de agua y los ecosistemas de protección.



Fig. 15. Zona de invasión sobre un ecosistema frágil, Bogotá. Fuente: www.skyscrapercity.com



Fig. 16. Humedal contaminado en Bogotá. Fuente: Organización Humedales Bogotá

Los proyectos que se crean con el enfoque de vivienda de interés social están regidos por parámetros solamente de oferta y demanda, esto es ha convertido en una operación de mercado. En este entorno las soluciones de vivienda no tienen un profundo estudio arquitectónico como tampoco un análisis de usuario, los diseños se limitan a dar una solución básica sin ninguna propuesta profunda de diseño y solución, simplemente es un espacio con divisiones internas básicas que no propone nada ante el usuario, al sector y al contexto en general.



Fig. 17. Vivienda de interés social en Colombia. Fuente: Secretaria de planeación de Bosa.

La falta de análisis para gestionar y desarrollar un proyecto hace que estos no se adapten al contexto y a la realidad de los usuarios que tienden a proponer la misma solución en todas las situaciones. Se refiere a la misma propuesta a la vivienda de aproximadamente 5m x 12m con estructura mínima en hormigón que no permite que pueda crecer mucho en altura y cerramiento en fabrica de ladrillo sin ningún tratamiento acústico ni térmico. Las viviendas actuales tienen unas condiciones mínimas en cuanto a estructura, acabados e instalaciones, lo que conlleva a que sea muy complicado para cada familia hacer un desarrollo de su vivienda y su necesaria expansión.

Servicios con que cuenta la vivienda

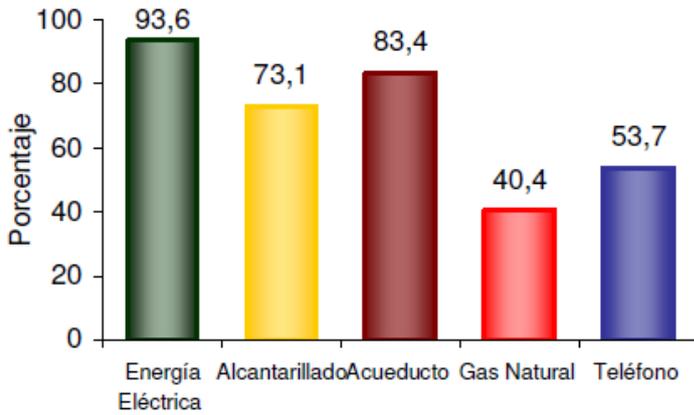


Fig. 18.

Fuente: Censo general 2005 DANE.

Tipo de vivienda

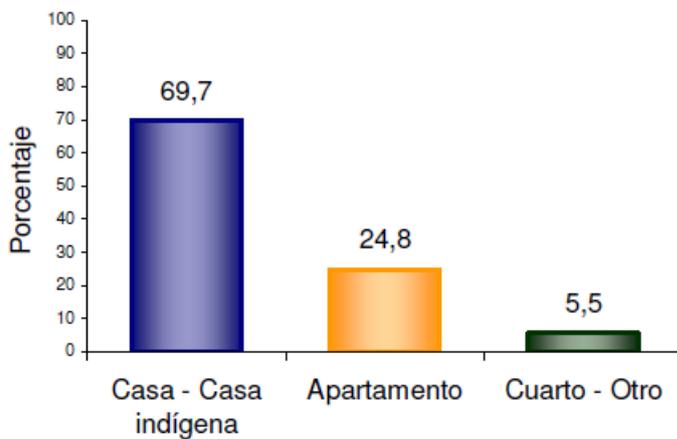


Fig. 19.

Fuente: Censo general 2005 DANE.

Promedio de personas por hogar

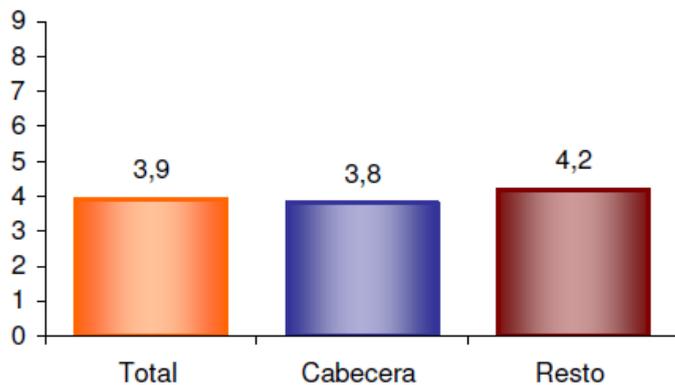


Fig. 20.

Fuente: Censo general 2005 DANE.

Las viviendas en las ciudades tienen menos área, por el precio del suelo y además por que en las ciudades los núcleos familiares tienden a conformarse por menos personas, con el paso de los años los núcleos familiares se han reducido en una constante que va a terminar por estabilizar el crecimiento poblacional. En promedio en los hogares de Colombia viven 3,9 personas y los hijos se tienen a una edad más tarde que en épocas anteriores.

VIVIENDA Y DESIGUALDAD EN COLOMBIA

La desigualdad ha sido uno de los grandes flagelos que ha sufrido Colombia en toda su historia y es un factor que no ha permitido el desarrollo social de su población, la distribución de recursos es inequitativa lo que genera que una pequeña parte de la población concentre la mayoría de la riqueza y que la mayoría de la población no tenga acceso a una adecuada calidad de vida.

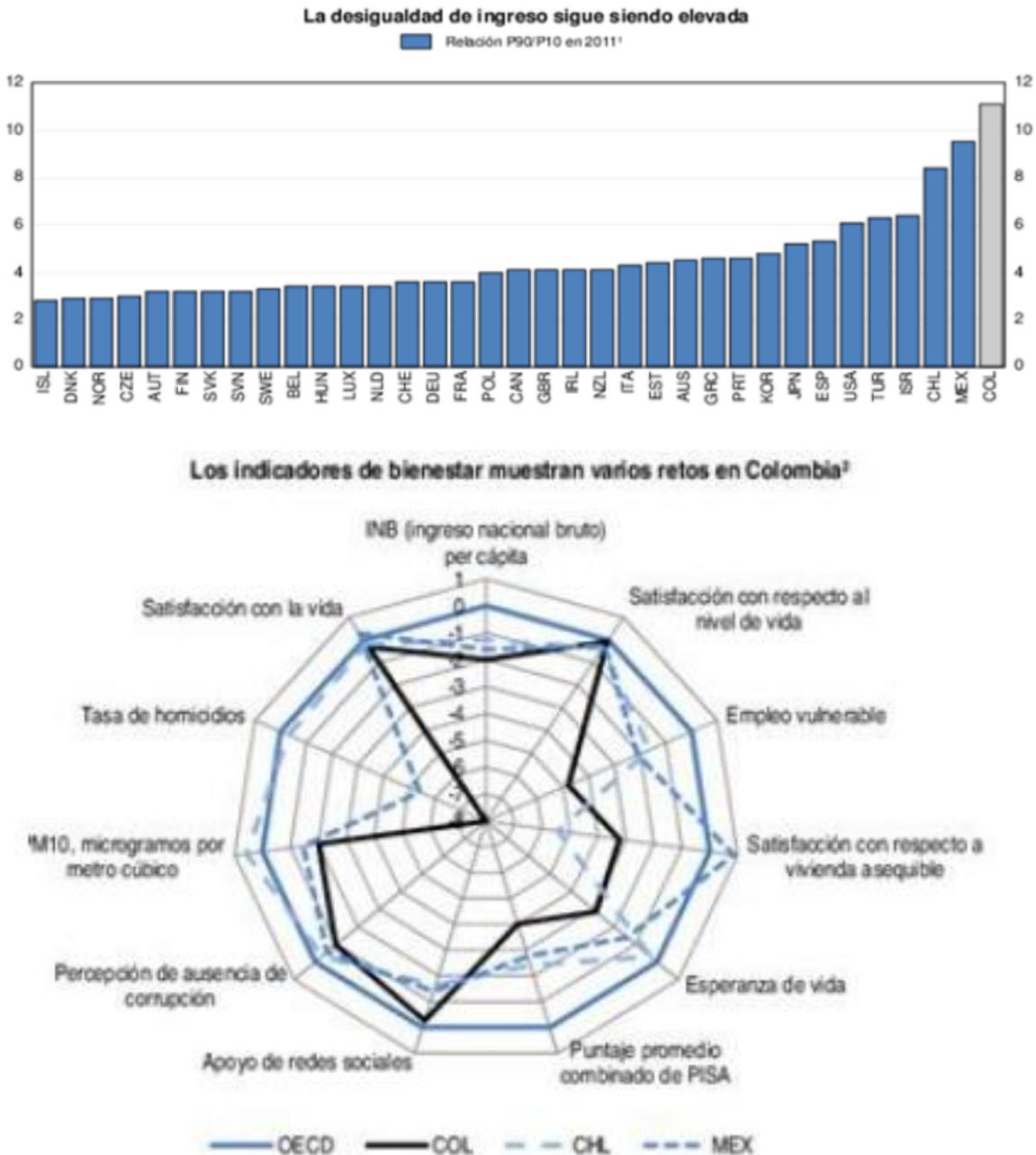


Fig. 21. Desigualdad e indicadores de desigualdad en Colombia.

Fuente: Estudios económicos de la OCDE 2015.

Accesibilidad de la población a la propiedad de vivienda

En los últimos años el sistema para acceder a las viviendas de interés social se ha flexibilizado permitiendo que más gente con limitados recursos pueda adquirir una vivienda y garantizar un desarrollo familiar por medio de créditos a largo plazo o las viviendas gratuitas.

Por primera vez en muchos años se ve un incremento importante en el número de construcción de viviendas de interés social y en el sistema de accesibilidad por parte de la población permitiendo que las personas más marginadas de la sociedad puedan obtener una vivienda.

Costos de la vivienda:

“Viviendas de Interés Social (VIS). Unidad habitacional que cumple con los estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción y cuyo valor no exceda ciento treinta y cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (135 SMLMV). Para el tratamiento de renovación urbana se podrán definir programas y/o proyectos con un precio superior a ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 SMLMV) sin exceder ciento setenta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (175 SMLMV).”

Fuente: Ministerio de vivienda ciudad y territorio de Colombia, decreto 0075 del 23 de enero del 2013.

Para entender los valores de la anterior definición es importante definir los términos y valores. SMLMV significa el salario mínimo legal mensual vigente y los valores de este estudio están representados en Pesos colombianos (COP) que en el momento de realizar este trabajo es un equivalente a 3000 COP=1 EU.

El costo de la VIS ha tenido un aumento en zonas no céntricas del país a causa del precio del transporte de materiales y de la difícil accesibilidad y geografía de ciertas zonas. A esto se suma la constante inflación del costo de vida que ha disminuido en la última década pero sigue afectando la capacidad adquisitiva de las familias, la inflación para el año 2015 se espera que llegue hasta el 5,5% y en años anteriores ha estado muy cerca de este mismo valor.

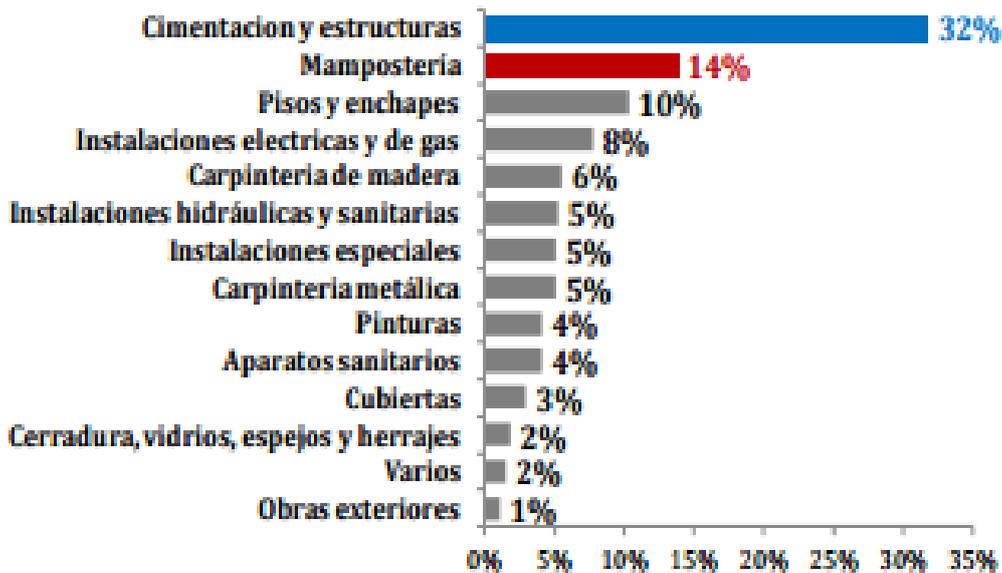


Fig. 22. Proporción de incidencia actividades constructivas en una residencia de VIS.

Fuente: DANE - CAMACOL

Programas públicos de vivienda y créditos:

“A partir de los lineamientos generales de la ley 1537, el gobierno nacional, a través del ministerio de vivienda ciudad y territorio, estructuro y está ejecutando el programa de vivienda gratuita para la construcción y entrega de 100.000 viviendas de interés prioritario a hogares en situación de extrema vulnerabilidad. El programa tiene un costo estimado de \$4,4 billones y contempla la ejecución de 281 proyectos ubicados en 211 municipios.

En poco más de un año y medio de ejecución, se contrato la construcción del ciento por ciento de las viviendas, de las cuales ya fueron terminadas y están en proceso de entrega las primeras 40.000 unidades. El 75% de los hogares beneficiados hacen parte de los censos de población desplazada, víctimas del conflicto y afectados por las tragedias naturales. Con estas viviendas se multiplico por seis la producción de vivienda prioritaria en siete departamentos, y se duplico o más la producción de vivienda VIP en otros doce departamentos. El área construida de las viviendas paso de un promedio de 37m² a 47m². Las viviendas tienen mejores acabados, que en muchos casos superan las normas urbanísticas y arquitectónicas de proyectos anteriores en cuanto a zonas verdes, equipamientos y espacios para recreación y deporte. Para lograr la sostenibilidad social de los proyectos y en coordinación con entidades nacionales, municipios y distritos, se suscribieron acuerdos y convenios de cooperación por \$261.029 millones, con los que se echa a andar una estrategia para garantizar la construcción y dotación de equipamientos públicos colectivos, mega colegios, parques, centros de desarrollo infantil, etc.

El programa de subsidio a la tasa de interés para la adquisición de vivienda nueva es un subsidio directo que reduce la tasa de interés efectivamente pagada por los tomadores de créditos hipotecarios. El monto del subsidio es equivalente a la diferencia entre la tasa nominal

acordada entre el financiador y la tasa final al deudor. El subsidio se ofrece para los siete primeros años de vida del crédito y puede perderse en caso de incumplimiento en el pago de las cuotas.

En Colombia, los recursos para el pago de subsidio provienen del presupuesto general de la nación, que se depositan en el fondo de reservas para la estabilización de la cartera hipotecaria (FRECH), administrada por el banco de la república. En la primera generación del programa, la totalidad de sus recursos fueron depositados por el gobierno nacional en dicho fondo y girados periódicamente a las entidades bancarias otorgantes del subsidio se utilizó el mecanismo de vigencia fiscal futura, mediante el cual los recursos del programa se giraban anualmente al FRECH para atender los compromisos de pago respectivos.

Aunque la utilización se remonta al año 2009, cuando hizo parte de un programa contra cíclico diseñado para contrarrestar los efectos de la crisis financiera internacional del 2008, a partir de julio del 2012 el subsidio a la tasa de interés volvió a incorporarse a la batería de instrumentos de la política de vivienda, pero limitado a la compra de vivienda nueva VIP y VIS. Los recursos transferidos al FRECH para el pago de la primera generación del subsidio a la tasa de interés sumaron \$1,3 billones. La asignación presupuestal para la segunda generación de tasa de interés es de \$1,4 billones. La primera generación de subsidio a la tasa dejó en evidencia su capacidad económica para estimular la cadena de valor de la construcción gracias a su transmisión por medio de la disminución del costo relativo del crédito, aumento de las ventas, aumento de la oferta de vivienda gracias al estímulo a los lanzamientos y las iniciaciones, y consecuentemente la generación de empleo y valor agregado sectorial. Pero también reveló una interesante virtud desde el punto de vista social, que consiste en aumentar el tamaño de la demanda efectiva al reducir el nivel de ingreso requerido para acceder a un crédito hipotecario. Según estimaciones de Camacol (2012), con la primera generación del subsidio a la tasa de interés el requerimiento de ingreso disminuyó de 2 SMLMV a 1,5 SMLMV, lo que permitió el ingreso al mercado hipotecario de cerca de 600.000 nuevos hogares.”

Fuente: Colombia: 100 años de políticas habitacionales.

SISTEMA ACTUAL DE CONSTRUCCION DE VIS

La escala de la unidad de vivienda es pequeña por lo general cada solución de vivienda ocupa entre 50m² y 70m² y no ha tenido variaciones en diseño o tipología desde los inicios de los programas de vivienda e interés social, la cimentación y estructura se construye en la mayoría de casos en hormigón reforzado y cerramientos en muros en ladrillo macizo con uniones en mortero de cemento. La normativa que regula las especificaciones y condiciones de resistencia de las construcciones es la norma sismo resistente del 2010 (NSR10).

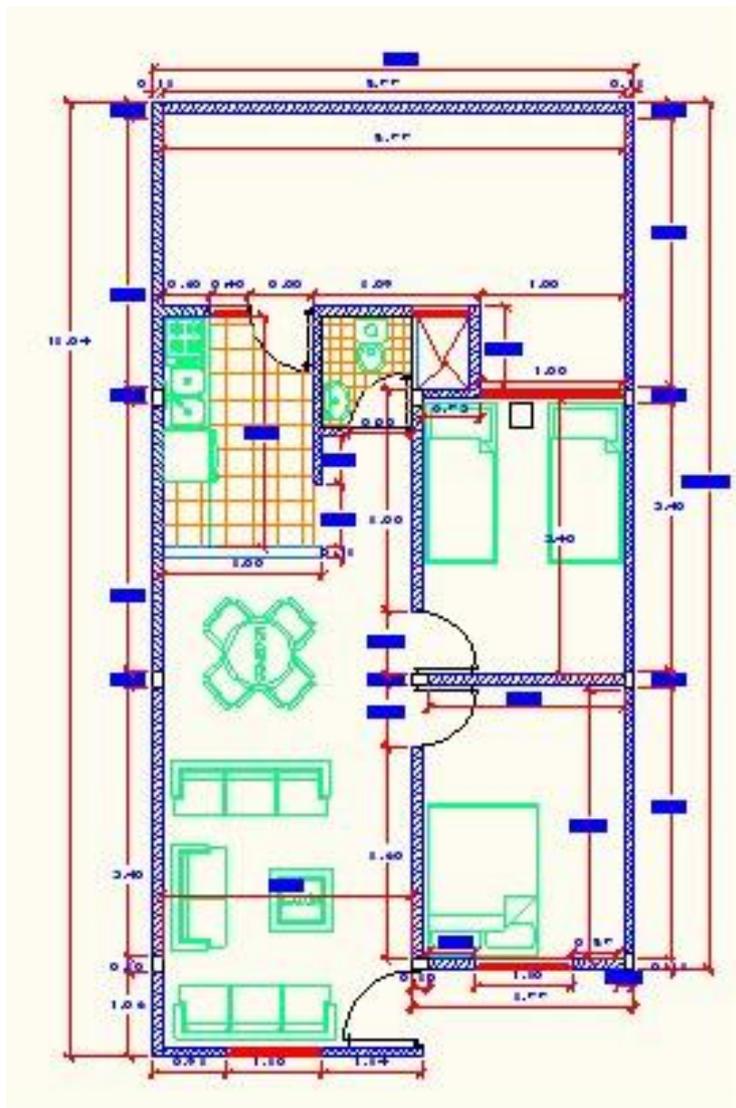


Fig. 23. Diseño tipo de vivienda de interés social.

Fuente: Camacol.

Para la construcción de viviendas de este tipo la única norma que rige es el código sismo resistente por lo que la única regulación vigente solo tiene en cuenta aspectos de resistencia y estabilidad, sin ningún control ni intervención sobre aspectos de salubridad, calidad espacial, confort, acústica y comportamiento térmico de la residencia. Estas faltas de exigencia en la calidad de construcción han llevado a que en todas estas décadas la solución al déficit de vivienda sea crear soluciones básicas con condiciones de habitabilidad mínima que no generan

apropiación por los usuarios y son unidades de difícil intervención ya que no son construcciones con procesos de ensamblaje o elementos prefabricados.

En las primeras décadas del siglo XX mientras se hacia la transición de la arquitectura tradicional y republicana que consistía en esa apoca de muros en tapia y otra parte importante en muros de carga con elementos de adobe. En 1885 llegaron a Colombia las primeras cargas de cemento para su comercialización y aunque no hubo mayor impacto en el mercado se construyo el muelle del puerto de Barranquilla que fue una obra muy representativa para el mercado, a partir de la llegada del cemento se tardaron 20 años para que se desarrollara la primera fábrica de cemento en el país, a partir de ahí se hizo una gran inversión por tecnificar este campo y así el cemento se introdujo en el campo de la construcción de edificaciones dejando de lado al adobe y las tapias.

El cemento empezó a jugar un papel importante en la construcción y en todo el país surgieron fabricas a pequeña escala de ladrillos de menor tamaño que los adobes, estos ladrillos de 6cm X 12cm x 24cm aran muy prácticos y daban mucha resistencia para las exigencias de la época. Así estos materiales y sus respectivas técnicas se generalizaron en todos los tipos de edificaciones en el país, así como la mayoría de las edificaciones son vivienda estas técnicas se convirtieron en las predilectas por su comercialización facilitando su obtención y disponibilidad además el conocimiento de los trabajadores lo que generaba cierta facilidad para generar proyectos.

El gobierno empezó a generar proyectos en diversos campos pero en su mayoría en el residencial, durante esta época nunca hubo una intención por innovar o utilizar nuevos sistemas constructivos ni por parte del gobierno cuando controlaba toda la gestión de los proyectos ni por parte de los constructores que desde la década de los años 80's tuvieron un papel más importante en la vivienda de interés social. En vez de buscar nuevas técnicas e innovar el mercado, constructores y promotores se enfocaron en especializarse en el método constructivo que ya se utilizaba sin intentar optimizar los recursos y procesos tecnológicos que fueron surgiendo con los años.



Fig. 24. Vivienda de interés social.

Fuente:

www.radionacional.co

Sistema constructivo

La norma NSR-10 regula las construcciones de VIS de uno o dos niveles en los sistemas más tradicionales para la construcción de VIS que son en concreto estructural y en mampostería estructural con muros de carga en aspectos estructurales y de durabilidad. Esta norma también aplica para construcciones en madera y estructuras metálicas pero no son comunes en VIS. La norma especifica las características y dimensiones de elementos estructurales y su cimentación.

El control de obra se hace ya sea por parte de una entidad o empresa interventora exterior a la organización del constructor o por organismos de control de construcción de cada respectivo municipio. Los controles realizados siempre verifican la calidad y resistencia de los elementos estructurales y cerramientos, en cuanto a acabados no hay mayor exigencia ya que no hay una preocupación por las condiciones espaciales de acústica, habitabilidad o condiciones térmicas.

La cimentación empieza por una excavación hasta encontrar una capa de suelo estable donde apoyar las zapatas, el suelo en la zona andina por lo general tiene un gran espesor en la capa superficial conformado por capa vegetal y/o arcillas con poca resistencia por lo que esa actividad es de las que más requiere recursos y gastos, lo que se utiliza por lo general son zapatas aisladas ya que la carga de una vivienda social por su pequeña altura tiene una baja carga sobre el suelo.



Fig 25. Losa base de la vivienda de interés social.

Fuente: Geoportal DANE.

La estructura al igual que la cimentación se conforma con un armazón de varillas de acero seguido por una formaleta que por lo general es en madera y posteriormente al vaciado del hormigón. Todos estos procesos requieren mucha mano de obra y con actividades que se hacen en su totalidad en el lugar de la construcción. Esto hace que los tiempos de construcción sean largos y que se generen muchos desperdicios en obra generando pérdidas de recursos y contaminación al ambiente. La formaleta se arma a partir de tablas con un promedio de anchura de 20cm esto significa que hay que ajustar y cortar los elementos de madera hasta completar las dimensiones de los elementos estructurales, después se debe ajustar y asegurar elemento por elemento en un proceso muy manual, que toma mucho tiempo y que es muy susceptible a errores humanos. El hormigón se mezcla en obra con materiales que no tienen las adecuadas condiciones de almacenamiento y al momento de mezclar las cantidades no son precisas por lo que los resultados de resistencias no son homogéneos. Así se consolida una estructura con diferentes condiciones de construcción en cada uno de sus elementos estructurales y con diferentes resistencias.



Fig. 26. Manejo y almacenamiento de materiales en obra.

Fuente: eltiempo.com.co

Los cerramientos siempre se hacen en fábrica de ladrillo, un método que también requiere mucha mano de obra y tiempo, este proceso de colocar elemento por elemento con mezcla de mortero no es nada práctico además que no es compatible con los diversos tipos de instalaciones. En todos los casos de construcción de vivienda de interés social se obvian los tratamientos térmicos y acústicos. La cubierta por lo general es en fibrocemento con la única función de protección y cerramiento del exterior, su sujeción no tiene un detalle específico en cambio es un elemento de una sola capa que la única función que cumple es generar el cerramiento de la cubierta sin ningún efecto sobre la habitabilidad.



Fig. 27. Proceso de construcción de muros.

Fuente: en-obra.com.co

Los equipos y herramientas son básicos en la construcción de viviendas, una ventaja del sistema es la fácil adquisición de estas herramientas básicas sin ninguna especialidad para la mano de obra, una de las tareas más complicadas es la mezcla del hormigón y su posterior fundición en la formaleta.



Fig. 28.

Mezcladora de mortero y hormigón.

Fuente: Revista portafolio.

Las instalaciones no son compatibles con los sistemas constructivos, los ductos de instalaciones van por dentro de las capas estructurales y de cerramiento, en la losas se ubican los ductos para instalaciones eléctricas y de agua lo que dificulta su supervisión y mantenimiento ya que en algunos casos para hacer mantenimiento o modificaciones se debe demoler parte de losa o de algún elemento estructural para intervenir. En los muros se hace una regata demoliendo una pequeña franja para dar espacio dentro del muro a la tubería de agua o de diversas instalaciones, esto implica mucha mano de obra y también conlleva a deteriorar una parte construida recientemente.



Fig. 29. Fundición de hormigón sobre malla electrosoldada estructural y ductos de instalaciones.

Fuente: DANE.

Al momento de la fundición del hormigón es común que haya problemas con las tuberías porque son propensos a ser obstruidos por el peso del hormigón o por presión del peso de los trabajadores y también es muy frecuente el desplazamiento de su posición original, esto siempre causa actividades imprevistas de obra para dar una solución y por lo general el resultado de obra siempre va a tener mucha diferencia con los planos originales.

La manera de realizar las instalaciones hace muy complicado poder realizar una ampliación o una adecuación ya que hay que hacer varias actividades previas para poder hacer modificaciones, las especificaciones técnicas de las viviendas no están diseñadas para una ampliación a futuro ya que el sistema constructivo no se adapta bien a las extensiones estructurales por la gran cantidad de actividades que se deben hacer.



Fig. 30. Construcción de cerramientos y elementos estructurales.

Fuente: www.minvivienda.gov.co



Fig.31. Carpintería metálica en la vivienda social.

Fuente: www.minvivienda.gov.co

Condiciones habitacionales

Han sucedido grandes cambios en la manera de obtener vivienda por parte de la población de menores recursos, la gratuidad de las viviendas ha sido un paso muy importante para un desarrollo social pero al mismo tiempo esto ha hecho que se tenga que optimizar los gastos lo que resulta en el mayor número de soluciones de vivienda con un presupuesto limitado.

En la teoría el ministerio de vivienda y desarrollo territorial establece que las viviendas de interés social deben enfocarse en el desarrollo social y el uso sostenible de los materiales y procesos de construcción pero la realidad no se enfoca mucho en estos aspectos y los aspectos que tienen prioridad son los económicos en los procesos de construir y comercializar. En muchas ocasiones los proyectos de VIS no cumplen los requisitos básicos para dar a la población el derecho a la vivienda digna, para cumplir las condiciones del derecho humano de una vivienda adecuada se debe generar un espacio de descanso con las dimensiones adecuadas, áreas de aseo personal y general y una unidad de alimentación que permita el almacenamiento y el procesamiento de los alimentos.

Los acabados de entrega de las viviendas son básicos para un funcionamiento elemental, los muros de cerramiento solo tienen una capa de mortero directamente aplicado sobre el muro en ladrillo, las viviendas se construyen bajo el concepto de desarrollo progresivo lo que significa que con el paso del tiempo los habitantes de cada vivienda mejorarán su hogar y realizarán su posterior ampliación, pero dadas las condiciones de los sectores sociales de la población vulnerable esto es muy complicado a corto y mediano plazo. Además después de la entrega no hay un asesoramiento ni un seguimiento de las condiciones de vivienda que apoye a la población para seguir desarrollando su vivienda.



Fig. 32. Vivienda tipo de VIS.

Fuente: Constructora Bolívar.

CRECIMIENTO DE CIUDADES E IMPACTO AMBIENTAL

El crecimiento de las ciudades en Colombia estuvo marcado por un rápido crecimiento poblacional y las migraciones del campo a la ciudad con más impacto que el resto del Latinoamérica, pasando en cinco décadas de ser un país rural a ser un país donde 3 de cada 4 personas viven en ciudades. Los factores que marcan las nuevas condiciones de vida de la población nueva y la que emigra a las ciudades no son los más adecuados por que por lo general el rápido crecimiento lleva a procesos de improvisación cuando hay nuevas construcciones de vivienda y la infraestructura y redes de servicios no cumple las condiciones para generar una calidad de vida digna.

El 60% de la población en condiciones de pobreza esta en las ciudades, la educación y las condiciones de habitabilidad dignas son los factores que más se le dificulta a la población para lograr por lo que la pobreza entra en un ciclo continuo que se extiende por generaciones, la población está saliendo de la pobreza a un ritmo muy lento que no es proporcional al crecimiento económico del país.

Crecimiento urbano

La tendencia poblacional hace que en las ciudades haya un crecimiento acelerado y en las zonas rurales la población tenga un crecimiento muy bajo, la población tiende a ir a las ciudades por oportunidades laborales ya que las condiciones en el campo han hecho que la producción agropecuaria no sea tan rentable y que sea una actividad muy inestable por variables económicas y el poco apoyo del estado.

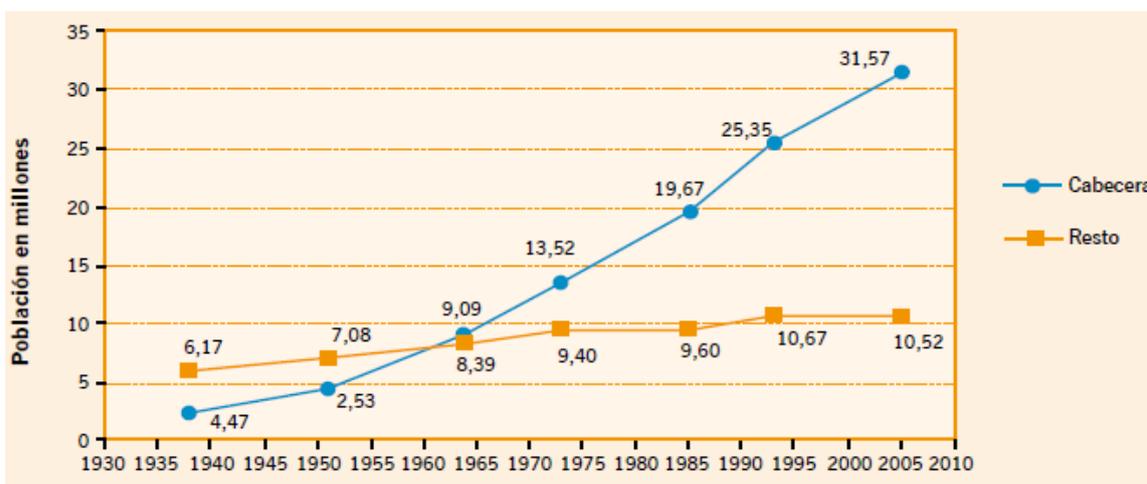


Fig. 33. Tendencia de la población urbana y rural.

Fuente: Las estadísticas sociales de Colombia, 1993, DANE.

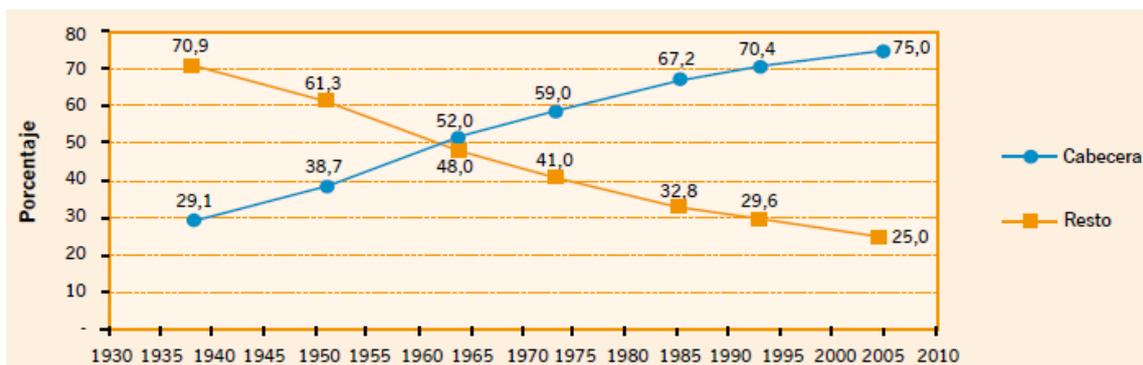


Fig. 34. Proporción de la población urbana y rural.

Fuente: Las estadísticas sociales de Colombia, 1993, DANE.

“El último censo que el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (Dane) hizo en 2005 evidenció que el déficit cuantitativo representaba 12,56% de la población, es decir que más de 1,03 millones de familias tenían problemas de vivienda. Y el déficit cualitativo era de 14,4%, es decir, 1,18 millones de hogares.

Pero el Ministerio de Vivienda, con la ayuda del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Dane, a través de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (Geih), realizó un estudio para estimar el comportamiento de ese indicador.

“En 2008, más de la mitad de los hogares en pobreza extrema se encontraba en déficit habitacional, mientras que 16% de la población más rica presentaba esta situación”, destacó Luis Felipe Henao, ministro de Vivienda.

El estudio de las entidades que se presentó en el marco del Séptimo Foro Urbano Mundial, mostró que el panorama general de déficit (cuantitativo o cualitativo) no tuvo el mismo panorama optimista, porque la cifra pasó de 2,21 millones de hogares a 2,5 millones.

Para Luis Aurelio Díaz, gerente de la firma Oikos, parte de los problemas que tienen estas familias se debe a la falta de formalización, pues no tienen empleo y es difícil que puedan acceder a algún tipo de crédito para vivienda.

“60% de los 2,5 millones no está formalizado, lo que impide el acceso a todo nivel. A medida que esas personas se bancaricen, podrán tener acceso a un negocio inmobiliario”, dijo.

Avances

Si se observa solo el déficit cuantitativo, hubo una reducción de 46%. Es decir que pasó de 12,56% a 5,54% en 2012 (764.222 hogares sin techo).

La principal parte de ese trabajo se dio gracias al programa del millón de viviendas y, en particular, a las 100.000 viviendas gratis del Gobierno. “La política de vivienda, más que

económica, es social. Y lo que busca es que los colombianos tengan la esperanza de tener una vivienda”, agregó Henao.

Las cifras del Ministerio muestran que ya se han contratado 102.302 unidades, de las cuales 93.640 habían iniciado obras al 21 de abril de 2014.

En cuanto a las casas que se han terminado, el pasado abril se habían completado 51.683.

La meta:

La nueva apuesta del Gobierno de turno es el programa de los 86.000 cupos para ahorradores, es decir, familias que ganen entre uno y dos salarios mínimos legales vigentes (smlv).

Este programa se complementará con el subsidio a la tasa de interés: para los hogares con ingresos de hasta 1,5 smlv, podrán recibir un subsidio de 25 smlv. Y para aquellos que ganen entre ese margen y 2 smlv, podrán acceder a un subsidio de hasta 22 smlv.

El Ministerio ya ha seleccionado 130 proyectos para la construcción de 57.922 viviendas. La distribución se da entre 71 municipios de 20 departamentos.

El Gobierno prevé que con la ejecución de este nuevo paquete se pueda seguir aumentando el acceso a una casa propia y, con ello, bajar la brecha de pobreza extrema. Edificaciones crecieron 6,4% en el primer trimestre.

El censo de edificaciones registró un crecimiento de 6,4% en el primer trimestre de 2014 comparado con el mismo periodo del año anterior, de acuerdo con el Dane. En cuanto al área en proceso de construcción, creció 9,9%, al registrar 2,29 millones de metros cuadrados más que en el mismo periodo de 2013.”

Fuente: Artículo – Hay 2,5 millones de familias sin casa, La Vanguardia, 6 de junio del 2014.

La escases de suelo con las condiciones adecuadas para la construcción de vivienda en las poblaciones de Colombia es uno de los principales factores que no permite construir proyectos de vivienda en gran escala y que encarece el costo de una vivienda, en muchos casos la especulación y el manejo inadecuado del mercado del suelo no deja que se desarrollen proyectos inmobiliarios para la población en condiciones de pobreza, muchos de los lugares para proyectos de vivienda social terminan por especulación en otro tipo de construcciones que generan más beneficio a los constructores.

La densidad de las ciudades refleja en muchas zonas el creciente hacinamiento que se vive en los sectores marginales, a esto se suma la incapacidad de muchas entidades públicas para dar abasto a las necesidades de servicios públicos y servicios como salud y educación, todas las ciudades funcionan con un sistema centralizado por lo que las zonas de viviendas marginales y viviendas de interés social casi nunca están adecuadamente conectadas con las ciudades.

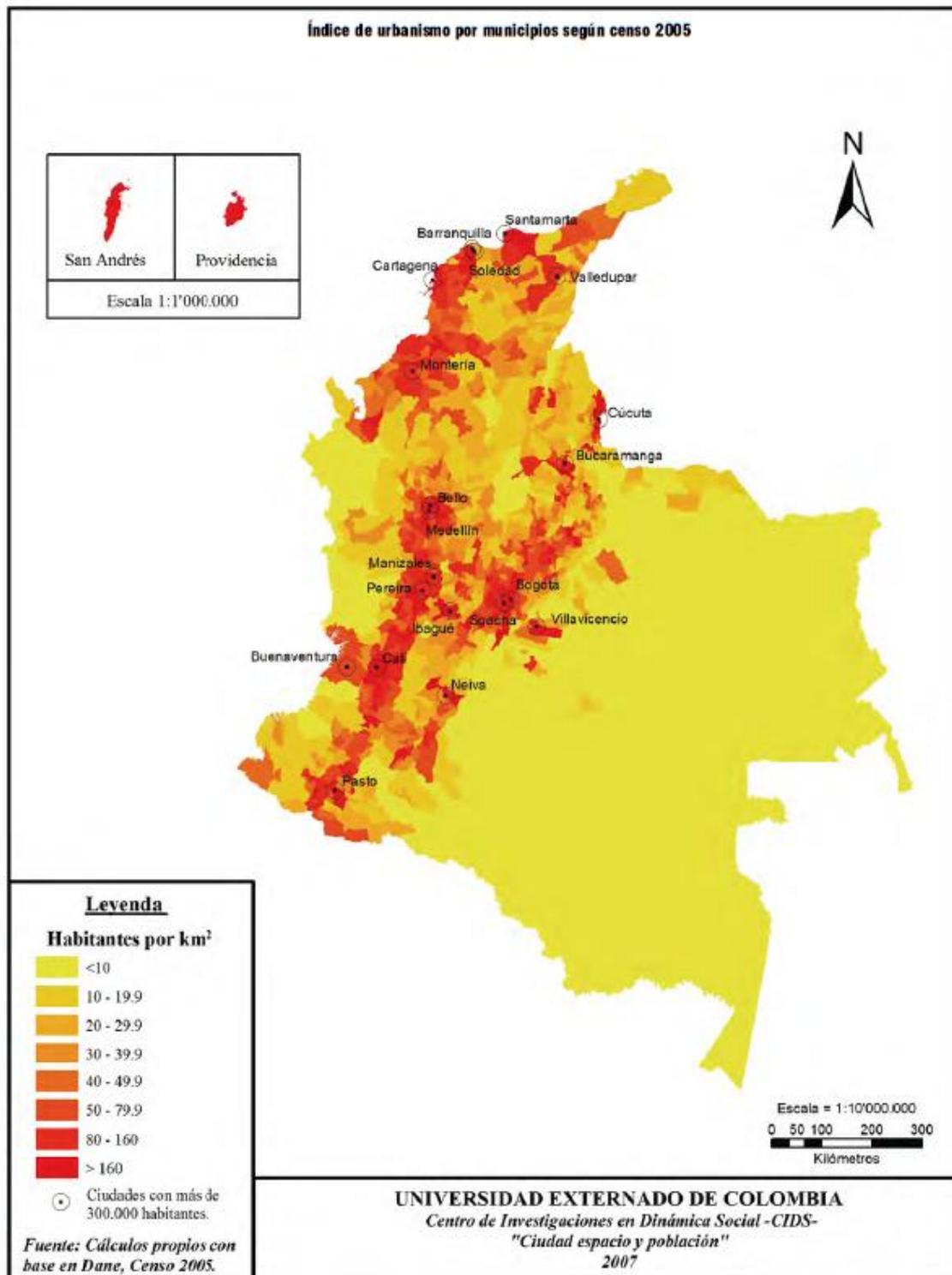


Fig. 35. Fuente: Ciudad, espacio y población, universidad Externado de Colombia, 2007.

Colombia se transformo en un país de ciudades, con la mayor concentración de población en la zona andina, las actividades productivas y factores como la violencia llevaron a que la zona andina tenga el índice de urbanismo más acelerado que otras regiones del país.

Crecimiento poblacional y migraciones

El siglo XX en Colombia fue una época de grandes cambios para la manera en que se conformaban las estructuras sociales del país, además del rápido crecimiento poblacional se sumaron las migraciones y movimientos poblacionales que transformaron por completo las ciudades y que estancaron el crecimiento del campo como sector productivo.

La población de centros urbanos en el año de 1938 tenía 2'533.680 y en el año 1985 ya era de 20'160.444 en cambio en el campo en 1938 la población era de 6'168.133 y en 1985 de 9'901.756. Estas cifras muestran el cambio social del país y la evolución de las actividades productivas ya que paso de ser un país productor agropecuario y de materias primas a un país de ciudades donde los procesos industriales y de manufactura generaban mayores oportunidades laborales en torno a los centros poblados.

El alto índice de urbanización que se han presentado se debe mas por las migraciones del campo a las ciudades que por el crecimiento interno de los centros poblados, para el 2025 se espera que el porcentaje de población que viva en centros urbanos será de 77.5%. La ciudad se convirtió en el lugar de mejores oportunidades y donde se presentan mejores servicios para constituir una familia, este abrupto cambio de un país rural a un urbano se dio en apenas 30 años lo que en países desarrollados tomo hasta un siglo, por este cambio tan drástico las estructuras sociales y productivas no se adaptaron adecuadamente a la población cambiante y a los nuevos modelos de ciudad que ante un rápido crecimiento se vieron envueltas en varios procesos improvisados de construcción de ciudades.

% población urbana	N° municipios	Distribución municipios	Población urbana	Distribución población
0-9	70	6,26%	53.898	0,17%
10-19	153	13,67%	247.608	0,78%
20-29	191	17,07%	532.305	1,69%
30-39	189	16,89%	969.613	3,07%
40-49	151	13,49%	1.137.017	3,60%
50-59	103	9,20%	1.268.139	4,02%
60-69	73	6,52%	1.214.898	3,85%
70-79	78	6,97%	2.091.591	6,63%
80-89	64	5,72%	4.543.941	14,39%
90+	47	4,20%	19.507.285	61,80%
Total	1119	100,00%	31.566.295	100,0%

Tabla 1. Distribución de la población en centros urbanos y porcentaje de población.

Fuente: Proceso de urbanización en Colombia.

Según el DANE para inicios del 2016 la población en Colombia supera los 48'500.000 donde tres de cada cuatro habitantes viven en centros urbanos y el resto en zonas rurales. En estado de pobreza se encuentra el 30,6% de la población y la mayoría de ellos en centros urbanos donde por lo general no tienen propiedad sobre las viviendas donde viven, la mayoría en que las familias viven en un hogar es por alquiler de la propiedad lo que no permite el ahorro ni inversión haciendo permanente la situación de pobreza.

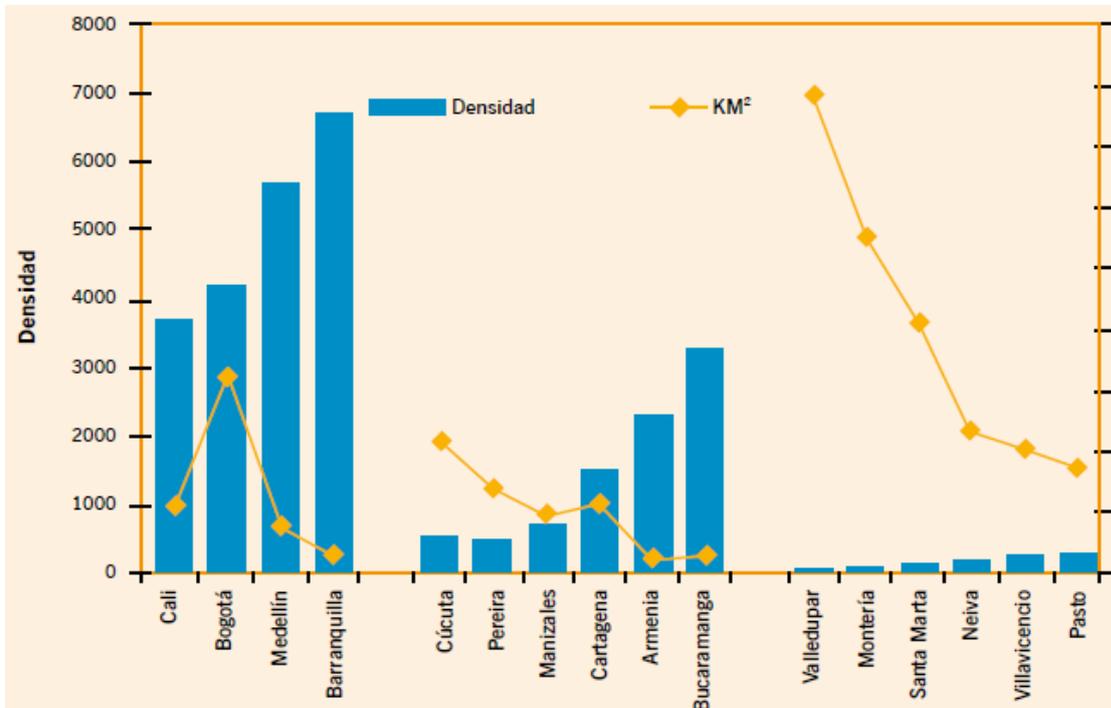


Fig. 36. Densidades poblacionales en las principales ciudades de Colombia.

Fuente: Proceso de urbanización en Colombia, universidad Externado de Colombia, 2007.

En la zona andina es donde hay un mayor incremento en la densidad de población y esto se ve reflejado en las zonas perimetrales de los cascos urbanos donde las nuevas aglomeraciones de viviendas improvisadas ocupan el escaso suelo construible que en la mayoría de los casos se encuentra en condiciones inadecuadas ya que la topografía o condiciones del suelo no son adecuadas, las ciudades colombianas se han consolidado como ejes de desarrollo y núcleos productivos donde la población mira muchas oportunidades para un trabajo mejor o para una vida más tranquila lejos de la violencia. La diversificación de los medios productivos permitió que las ciudades intermedias tengan un auge a partir de la década de los 70s y alcanzaran un crecimiento acelerado, estas ciudades ubicadas por lo general en la zona montañosa de la cordillera de los Andes surgieron a partir de la producción primaria, tecnificación en producción de manufacturas y el impulso económico que produjo el sector de la construcción por la demanda de vivienda e infraestructura. Ninguna de estas ciudades tenía la infraestructura ni la capacidad para desarrollar la planeación para su adecuado crecimiento, siempre ocurría que primero se construían las viviendas y después la infraestructura, en un proceso inverso a lo que se debe hacer normalmente.

Impacto en el medio ambiente

La ocupación del suelo por parte de nuevas construcciones ha deteriorado las condiciones ambientales de muchos ecosistemas que en muchos casos son estratégicos y frágiles para los entornos naturales a nivel de región. Las antiguas políticas de crear ciudad y urbanizar no eran muy conscientes del impacto que estaban por hacer a la naturaleza, en este punto las políticas han evolucionado pero el daño ya está hecho y las construcciones no planificadas y la incontrollable expansión de las ciudades deteriora continuamente las zonas de bosques y cuerpos de agua.

En el crecimiento de las ciudades desde principios del siglo XX se le dio la espalda a los cuerpos hídricos, nunca se los tuvo en cuenta como elementos ambientales de conexión urbana, al igual muchas zonas verdes que funcionaban como purificadores de aire y que mejoraban la calidad de vida se convirtieron en zonas urbanizables por la especulación de los mercados constructores y la prioridad de la rentabilidad económica sobre el medio ambiente y la calidad de vida.



Fig. 37. Viviendas en zonas de inundación en la zona del Pacífico.

Fuente: www.eluniversal.com.co

Las viviendas solo responden como una solución temporal de habitabilidad y de emergencia a lo cual no se le integra ningún proceso de planificación ni diseño, estas construcciones esporádicas van creciendo continuamente y el entorno de influencia sobre el espacio natural

es cada vez mayor. El crecimiento de las ciudades ha comprometido los recursos de gran parte del suelo natural y casi la totalidad del agua que generan los cuerpos de agua. La producción de agua se da en la zona de paramos y en las altas montañas de las zonas montañosas.

“Colombia cuenta con un marco extenso y bien establecido para el manejo de recursos hídricos. La disponibilidad de recursos hídricos per cápita en Colombia fue de 45.408 metros cúbicos en 2007, bastante por encima del promedio mundial de 8.209. Los Andes se dividen en el territorio colombiano en cuatro sistemas de drenaje principales, en concreto el Pacífico, el Caribe, el Orinoco y el Amazonas. La mayor parte de la población de Colombia vive en las cuencas del sistema de drenaje del Caribe, en particular en las cuencas de los ríos Cauca y Magdalena. Las ciudades más extensas del país (Bogotá, Cali y Medellín) se encuentran situadas entre dos cuencas.

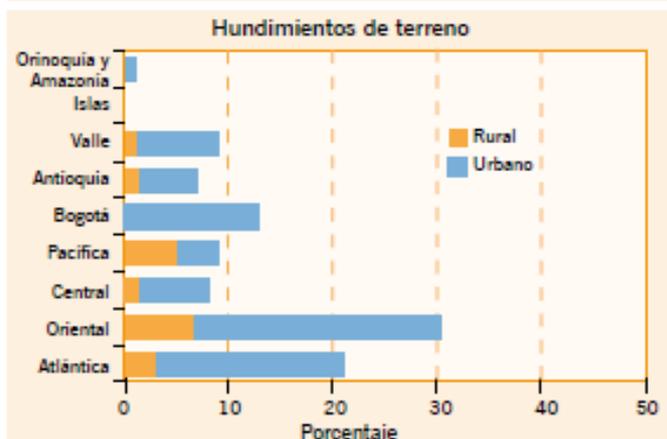
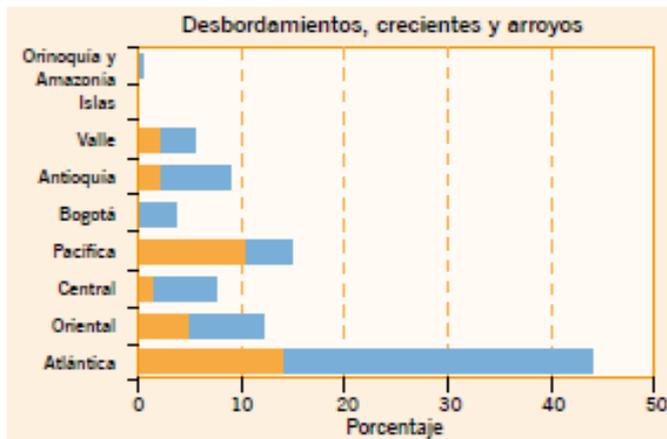
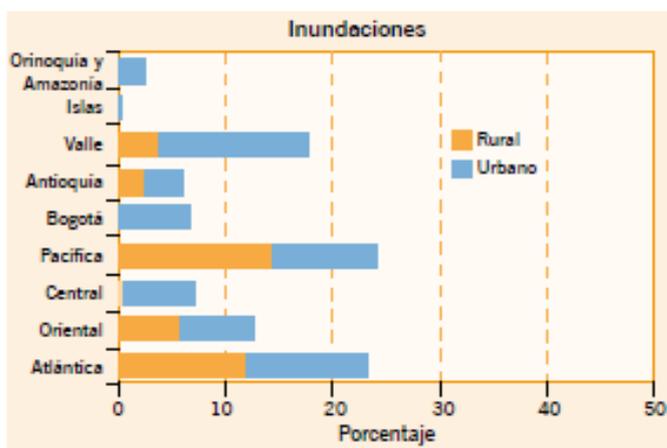
Se prevé que el cambio climático afectará en gran medida a los ecosistemas andinos, especialmente al altiplano, debido al aumento de temperaturas y las zonas insulares costeras debido al aumento del nivel del mar y la intrusión salina en los acuíferos.

Según un informe nacional de 2000 sobre el manejo del agua en Colombia, los retos relacionados con el manejo de los recursos hídricos son los siguientes: 1) el agua se considera comúnmente como un recurso abundante, lo que afecta a la implementación de determinadas políticas; 2) las responsabilidades de manejo de los recursos hídricos están fragmentadas y no existe una estrategia nacional coherente; 3) la coordinación entre el Ministerio de Ambiente y las CAR es insuficiente; 4) las capacidades a nivel regional son insuficientes; 5) la deforestación, los cultivos ilegales y la expansión urbana hacen que las leyes existentes sean difíciles de cumplir.”

Fuente: Manejo de recursos hídricos en Colombia, wikipedia.org.

La deforestación es otro problema que va integrado con la fragilidad que tienen los cuerpos de agua, ya que hay menos capacidad de zonas verdes para retener agua y además la calidad del aire es menor en zonas urbanas. En cuanto a seguridad las nuevas zonas de vivienda tienden a ubicarse en zonas con una topografía poco segura por riesgos de deslizamientos o continua erosión, las especificaciones técnicas de las nuevas viviendas no cumplen las normas de sismo resistencia o estabilidad ya que gran porcentaje de estas son construidas en la ilegalidad, para los núcleos familiares en condiciones marginales es difícil entrar en procesos de planeación y por parte de las entidades públicas no hay asesoramiento ni apoyo para las construcciones nuevas ni para el desarrollo progresivo de las ya existentes, llegando a un ciclo de desentendimiento con una problemática inmensa a largo plazo.

Los principales problemas con el suelo urbanizado es la falta de estudios y el crecimiento esporádico que produjo la necesidad de vivienda en el siglo XX, las poblaciones vulnerables no tenían la posibilidad de ser parte de la urbanización planificada en cambio tuvieron que sufrir un proceso de segregación donde en espacios limitados construían en espacio básico para poder vivir, esto sin ningún diseño ni reglamentación por parte de los organismos gubernamentales, al pasar el tiempo estas zonas se conformaban con construcciones y poco a poco formaban parte de los centros urbanos en una especie de metástasis que se conectaba al resto con infraestructura precaria y servicios de mala calidad. Por lo general los barrios que surgieron de esta forma se los conoce como barrios de “invasión” que en la mayoría de los núcleos familiares eran desplazados por la violencia que habían perdido todas sus propiedades, estas zonas residenciales surgían en las peores ubicaciones lo que generaba mas deterioro ambiental y peligro para la habitabilidad.



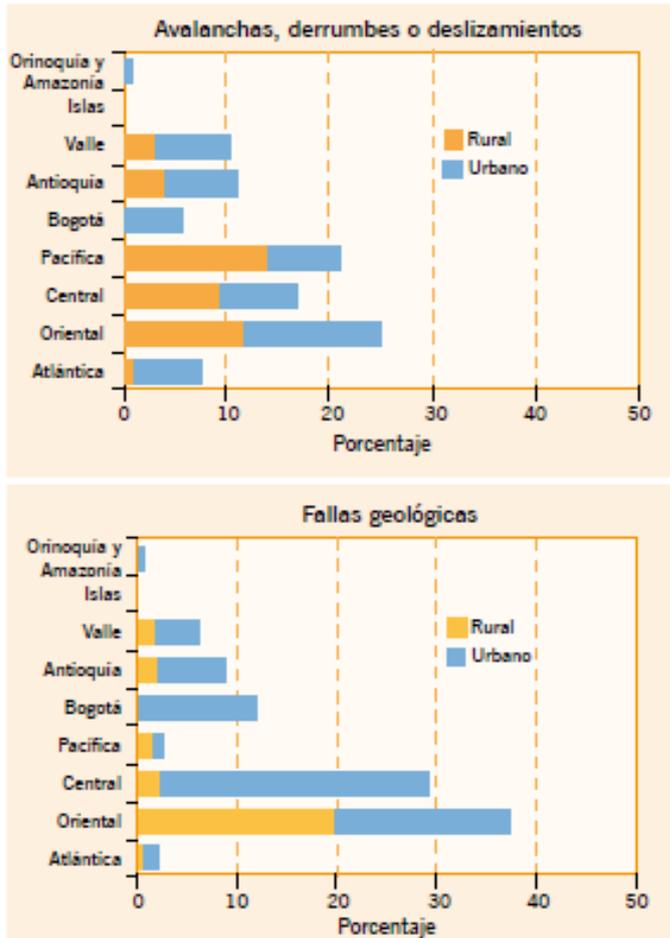


Fig. 38 Amenazas en las viviendas.

Fuente: Ciudad, espacio y población: Proceso de urbanización en Colombia. UNFPA.

CONDICIONES DEL ENTORNO – REGION ANDINA

El estudio se centra en la zona andina por ser la región central que alberga a la mayor cantidad de población y que más dinámica de crecimiento urbano y de zonas de vivienda presenta, dentro de este enfoque el análisis presenta las variables geográficas, climáticas y de contexto que puedan afectar al diseño de una solución para la problemática de vivienda en Colombia.

Geografía

La zona andina está compuesta por una zona montañosa que tiene muchos relieves y muchos tipos de suelo en constante movimiento y transformación, la zona andina se conforma desde el sur con una zona conocida como el nudo de los Pastos donde la altura sobre el nivel del mar es entre los 500 msnm hasta los 4500 msnm aprox. Una zona muy montañosa con abruptos cambios de altura donde se encuentran diversos climas, desde este punto hacia el norte se conforma tres ramales de la cordillera y entre estos unas zonas menos montañosas y algunos valles.

Los ríos principales recorren de sur a norte paralelamente a los ramales de la cordillera, los ríos principales son el Cauca y el Magdalena, en la cordillera central y oriental hay picos con más de 5000 msnm con nieves perpetuas, el occidente del país tiene mayor actividad de sismos por lo que se genera inestabilidad geológica. Esta es una zona que se transforma continuamente por los movimientos de placas por lo el relieve presenta continuos cambios y zonas montañosas que crecen muy lentamente. Esta cubierto en su mayor parte por zonas boscosas con gran diversidad de vegetación y con grandes reservas de agua, esta zona produce la mayoría de los ríos de Colombia y del agua con la que se abastece todo el país.



Fig. 39. Delimitación de la zona andina.

Fuente: wikipedia.org

Clima

En cuanto a clima no se puede generalizar en un solo tipo para la zona andina de Colombia ya que la diversidad de entornos geográficos ambientales y las diversas variables tanto internas como externas que influyen en que en esta región se tenga todos los tipos de climas y varios fenómenos que transforman el clima durante todo el año.

No solo influye la posición intertropical en el clima de la región, sino que también la altitud ya que el clima se caracteriza por los pisos térmicos en donde a cada cambio de altura sobre el nivel del mar la temperatura va cambiando, en promedio la temperatura va disminuyendo 0.625 °C cada que se sube 100m de altura, esto causa cambios en las condiciones de los entornos ambientales en cuanto ecosistemas, vegetación y formas de vida.

La situación geográfica y el relieve inmediato afectan directamente en la precipitación de cada zona andina, el factor que más influye en la lluvia es interconvergencia intertropical (ZCIT), consta de una franja donde se encuentran los tipos de vientos que llegan a esta zona que son los alisios provenientes del noreste y del sudeste. Esta región también presenta varias zonas que se conforman como centro hidrográficos a gran altura, entre estos están el nudo de los Pastos, el paramo de Sumapaz, Saturban, nudos del Paramillo, estos representan zonas de producción de agua que abastecen a los ríos más grandes del país.

A	Vertiente y piedemonte andino-amazónico y andino orinoquense condicionado por los alisios	E	Valles cálidos semihúmedos
B	Vertiente y piedemonte andino-pacífico condicionado por complejos convectivos de mesoescala	F	Vertientes húmedas de alta montaña
C	Estribaciones húmedas con lluvias por ascenso orográfico de masas de aire	G	Zonas intrandinias altamente influenciadas por la ZCIT
D	Altiplanos fríos con circulaciones locales		

Tabla 2. Zonificación climática en la zona andina de Colombia.

Fuente: Caracterización y zonificación climática de la región andina.

Los centros poblados en Colombia se encuentran en todas las alturas y en todos los tipos de clima y subregiones excepto en los páramos, hay poblaciones hasta los 3100 msnm, esto significa que en la región andina hay diversidad de poblaciones con gran variedad de climas desde 25°C promedio anual hasta los 8°C. Durante las épocas del año hay poca variación de temperaturas en cada lugar, la poca variabilidad depende de fenómenos atmosféricos regionales y externos, entre estos los que más influyen son el fenómeno del Niño y el fenómeno de la Niña, estos son corrientes de aire provenientes desde el océano Pacífico en la zona sur y recorren toda la costa de América del sur y así el cambio de temperatura y de aire y la mezcla con un aire de diferente temperatura en el interior producen época de sequía con el fenómeno del Niño y época de lluvia con el fenómeno de la Niña, estas corrientes producen diversos efectos sobre todo cuando se mezclan con microclimas en las zonas de los altiplanos y se adentran en las zonas internas de los andes y ascienden con relación al nivel del mar. La época más fría y de lluvias es el final y principio de año.

Hacia el oriente de la zona andina se forma el piedemonte andino-amazónico y el andino-orinoquense, estos están afectados principalmente por los vientos alisios los cuales cuando llegan al piedemonte se encuentran con la barrera montañosa y les obliga a un ascenso de aire de masas conducidas por masas provenientes desde el oriente. Esto conforma una zona lluviosa desde la altura del Amazonas hasta los 2500 msnm, en estas zonas se presenta entre 3000 y 4000mm/año de lluvias y a mitad de ladera hay precipitaciones que superan los 4000mm/año, la lluvia se presenta en mayor cantidad por la noche, y si ocurre en la tarde es a un máximo de 1000msnm, por encima de los 3000msnm la lluvia es inferior a los 1000mm/año.

En el pacifico se desarrollan ciclos que se conforman como sistemas con un ciclo de vida entre 18 y 36 horas, en estos ciclos hay gran acumulación de nubes y posteriormente una fuerte precipitación, es común que haya una reducción de temperatura por la continua formación de nubes que disminuye la cantidad de radiación solar directa, las masas de aire húmedas del Pacifico son transportadas al oriente y presentan un ascenso orográfico forzoso produciendo intensas lluvias, la precipitación es superior a 6000mm/año. Este nivel de lluvias genera mucha humedad lo que varía la temperatura reduciéndola de acuerdo con la tasa del gradiente adiabático húmedo.

Hacia la zona norte hay una zona de transición de la humedad que unen las regiones Andina y Caribe, desde el norte y el océano Atlántico proviene una suave corriente que sube por las laderas, en las zonas del altiplano se registran precipitaciones de 4000mm/año, por la noche se producen corrientes de aire que bajan desde las montañas de Antioquia hacia las llanuras del río Cauca, en esta región se registran temperaturas altas por la corriente cálida que viene desde la costa atlántica. Las épocas de lluvia son dos, la primera ocurre en el segundo trimestre del año y la otra en octubre.

Hay tres altiplanos que presentan un clima particular, el cundiboyasense en el centro del país, el de Tuquerres e Ipiales al sur y el de Paletara al suroccidente. Son zonas que están ubicadas entre los 2500msnm y los 3000msnm en promedio, su temperatura está entre los 9°C y los 12°C, en estas zonas hay heladas en las épocas secas con cielos muy despejados y baja humedad de aire lo que ayuda a la pérdida de radiación terrestre durante las noches, entre diciembre y enero hay temperaturas que bajan de los 0°C y se definen dos periodos de lluvia entre marzo y mayo y el otro periodo es entre octubre y noviembre. Hay mucha nubosidad diaria y cae en promedio 1000mm/año. La orientación del viento depende casi en su totalidad por el relieve del contexto montañoso, en la mayor parte del año proviene del oriente.

Hay valles cálidos en las zonas de borde de los ríos Cauca y Magdalena con una menor altura sobre el nivel del mar, caracterizadas por suaves vientos, son zonas muy húmedas ya que las zonas de montaña vierten mucha agua a los ríos principales por medio de estas zonas, cae en promedio 3000mm/año.

Las vertientes de alta montaña se ubican sobre los 2500msnm, la temperatura oscila entre 12°C y 17°C y en la parte superior a 3500msnm hay una temperatura de 6°C en promedio, la altura, el viento y la humedad proveniente de zonas más bajas son los factores que más influyen en el clima de esta región, su nubosidad es media alta y continua durante gran parte del día lo que regula la radiación directa.

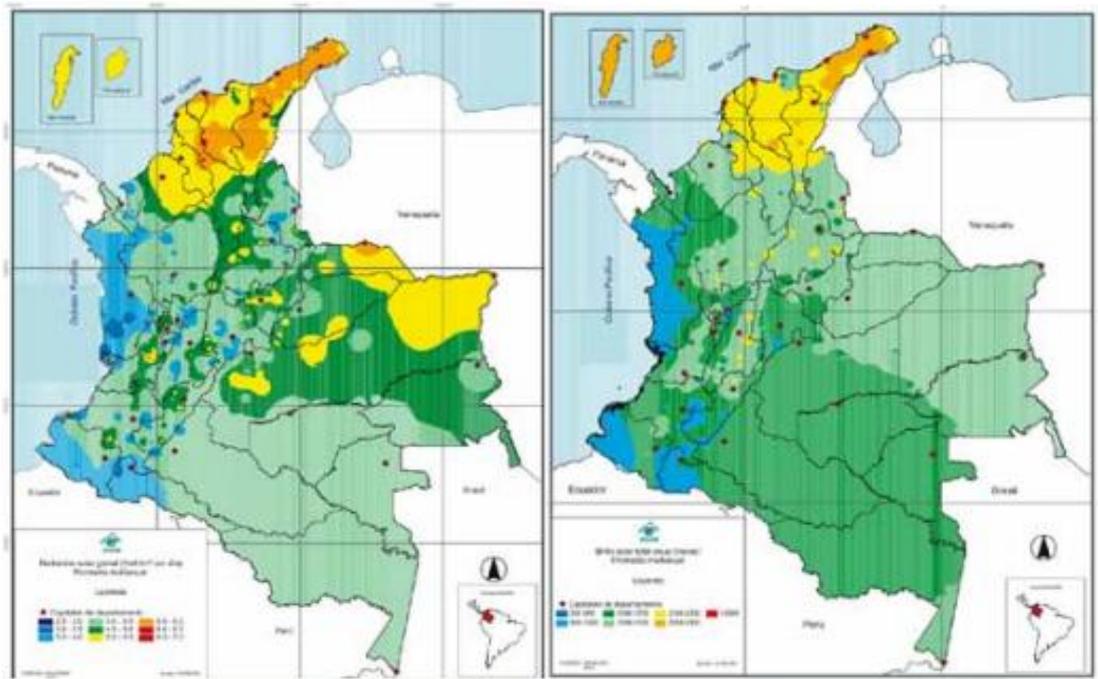


Fig. 40. Radiación solar y brillo solar en Colombia.

Fuente: Atlas climático, IDEAM.

La zona de interfluencia tropical genera un impacto del sol no tan fuerte en la zona ecuatorial debido a la distribución de las masas de agua, el cambio en tiempo de radiación solar en el día es casi el mismo durante todo el año de 12 horas.

ELEVACIÓN	TEMP. MÍNIMA MEDIA	TEMP. MEDIA	TEMP. MÁX. MEDIA
0	23.4	28.2	33.2
500	20.7	25.4	30.5
1.000	17.9	22.6	27.7
1.500	15.2	19.8	25.0
2.000	12.4	17.0	22.2
2.500	9.7	14.2	19.5
3.000	6.9	11.4	16.7
3.500	4.2	8.6	14.0
4.000	1.4	5.8	11.2

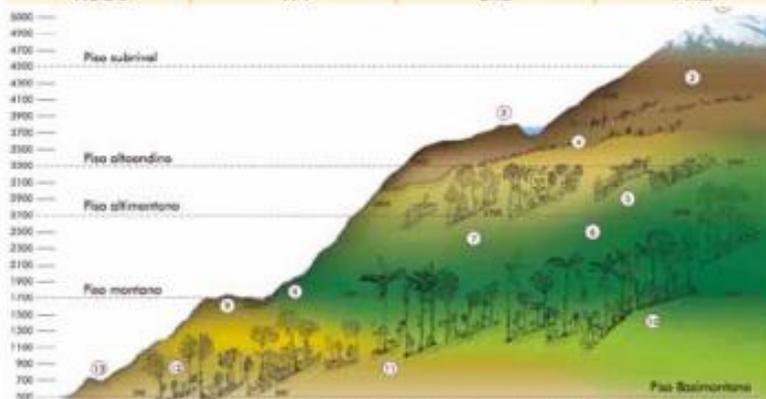


Fig. 41. Esquema de pisos térmicos y temperaturas.

Fuente: El clima y principios de diseño arquitectura bioclimática en los andes tropicales.

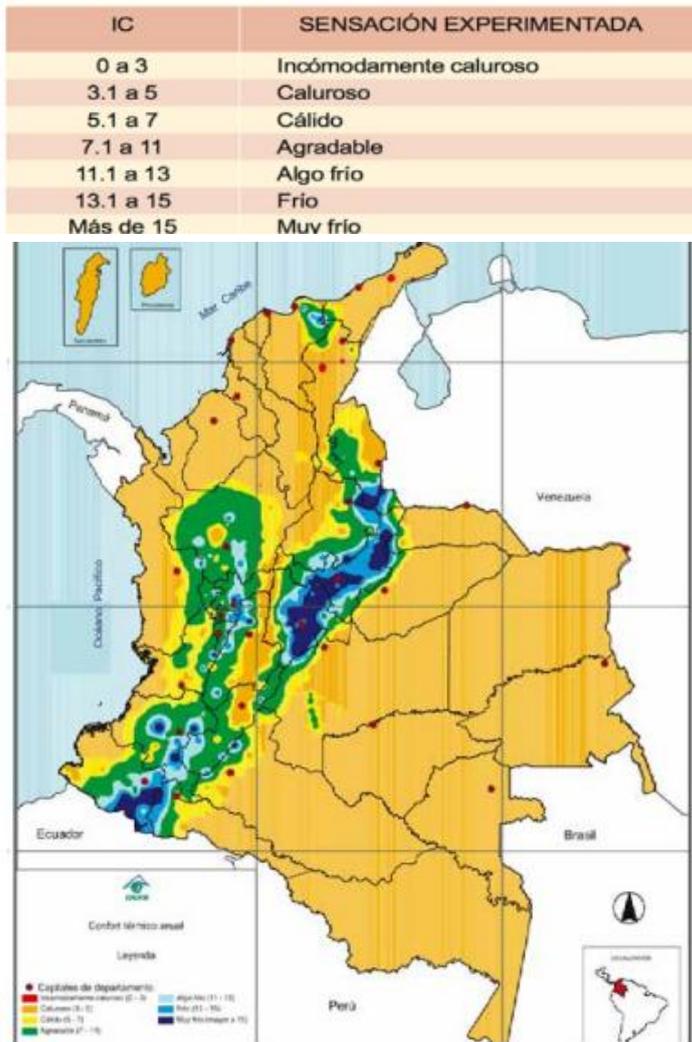


Fig. 42. Mapa de confort térmico en Colombia.

Fuente: El clima y principios de diseño arquitectura bioclimática en los andes tropicales.

En la región andina no hay temperaturas extremas, en general es un rango de temperaturas medias entre caluroso y poco frío según la grafica, la gran parte de las zonas urbanas y centros poblados están ubicados en zonas con temperaturas promedio entre 12°C y 22°C, en la mayoría de viviendas no hay equipamiento ni instalaciones para acondicionamiento climático ya que la temperatura en muy cercana a la temperatura de confort. En climas cálidos es muy común sistemas de aire acondicionado pero en la zona andina la gran mayoría de la población vive en zonas con climas templados o un poco frío.

Sismicidad

Es un factor que determina totalmente la forma de construir en todo el país, los sismos son más intensos hacia la zona del Pacífico y el suroccidente, la cordillera de los Andes nace del cinturón del fuego por lo que es una cordillera en constante crecimiento y movimiento.

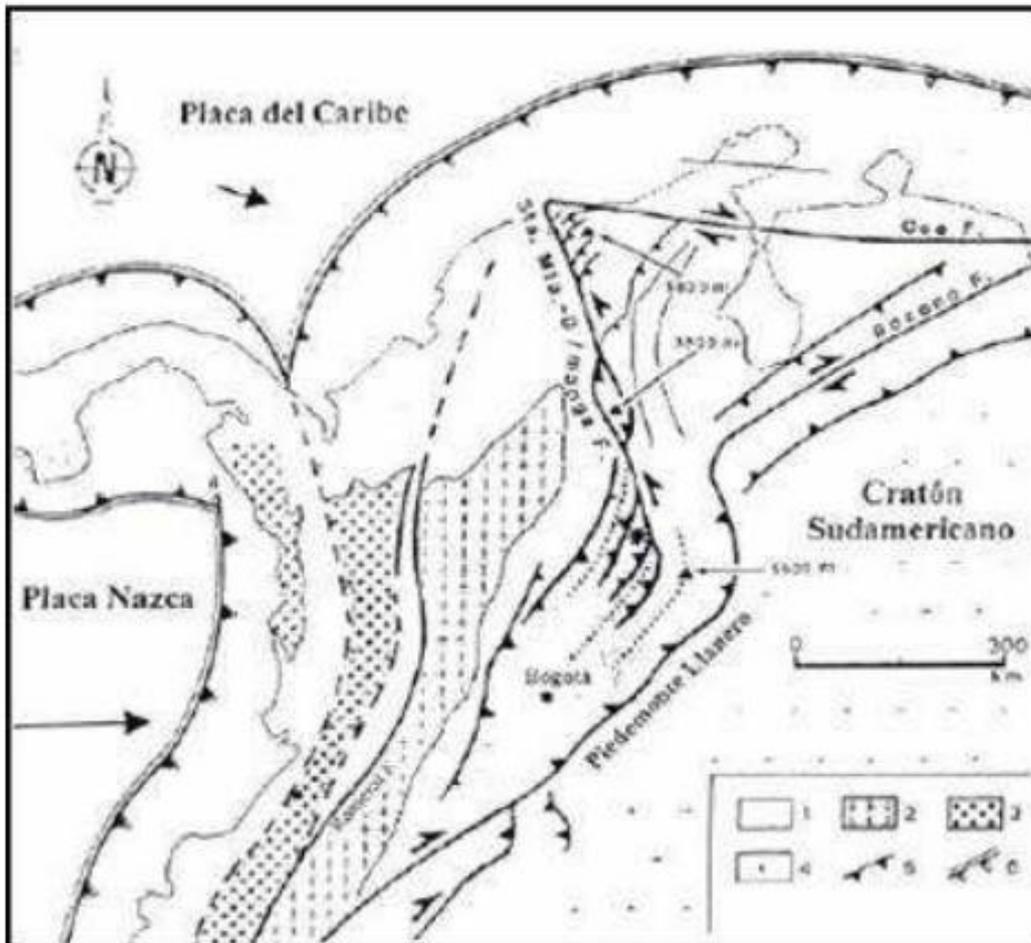


Fig.43. Provincias sismo tectónicas y fuentes sísmicas en Colombia.

Fuente: Sismos y volcanes en Colombia.

La región de la costa del Pacífico es una de las zonas más activas del mundo y presenta y representa toda la zona de convergencia de América del sur, la unión de las placas de Nazca y el Caribe hacen que el empalme tectónico sea muy complejo y hace que el país siempre tenga movimientos telúricos desde diversas fuentes. Los movimientos sísmicos con posibilidad de tsunami son más probables en la zona sur del Pacífico cerca a la frontera con Ecuador, donde pueden llegar a tener una magnitud de 8. Otro tipo de fuente de los movimientos es la zona Beniof, porción de zona en el área de subducción la cual llega a una profundidad de hasta 100km y que afecta al centro occidente del país.

Las intraplaca son otra fuente de sismicidad que funcionan a manera local a la cual pertenecen fallas de menor escala, estas intraplaca producen sismos a poca profundidad que por lo general llegan a un grado 6, pero son muy destructivos cuando su epicentro es cerca a los centros poblados, estos sismos pueden generar deslizamientos que causan gran parte de los daños.

La gran mayoría de las víctimas de un sismo están directamente relacionadas a la destrucción del hábitat urbano, por lo que las condiciones técnicas de la construcción son indispensables para la durabilidad y resistencia, la norma que regula las construcciones es muy completa y exigente, el problema es que gran parte de las viviendas se hacen por autoconstrucción y los propietarios no se asesoran para incluir los diseños y estudios técnicos en sus viviendas.

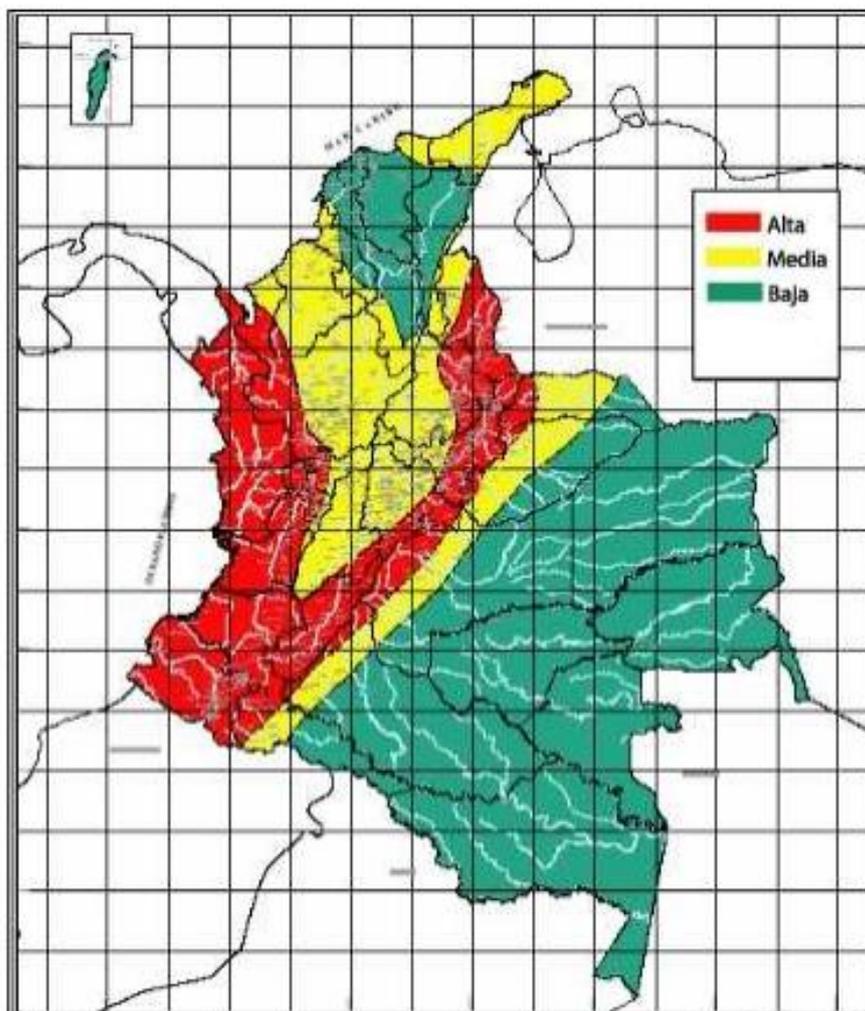


Fig. 44. Mapa de amenaza sísmica para Colombia.

Fuente: Sismos y volcanes en Colombia.

El 86% de los colombianos se encuentra en un nivel de amenaza sísmica considerable que pone en riesgo su vida, en zona de amenaza alta están 475 municipios que equivalen al 35% de los habitantes, en zona de amenaza media se encuentran 435 municipios con el 51% de la población y en zona de amenaza baja 151 municipios con el 14% de la población, el grado de amenaza es directamente proporcional a la amenaza de sismo de la zona específica y las condiciones de vulnerabilidad de las edificaciones.

En el ambiente de los volcanes la zona andina alberga gran cantidad de volcanes con un total de 95 registrados, de los cuales 38 están clasificados como activos y de estos 14 requieren vigilancia continua. El riesgo adicional de estas zonas es la explosión y posterior emanación de flujo piroclastico y de cenizas en la atmosfera. Los eventos más trascendentales han sido los de Armero en 1985, Huila en 1997 Páez en 1994.

1. Chiles 2. Cerro Negro 3. Cumbal 4. Azufral 5. Galeras
6. Doña Juana 7. Sotará 8. Pan de Azucar 9. Coconucos
10. Puracé 11. Huila 12. Machin 13. Tolima
14. Santa Isabel 15. Ruiz 16. Cerro Bravo

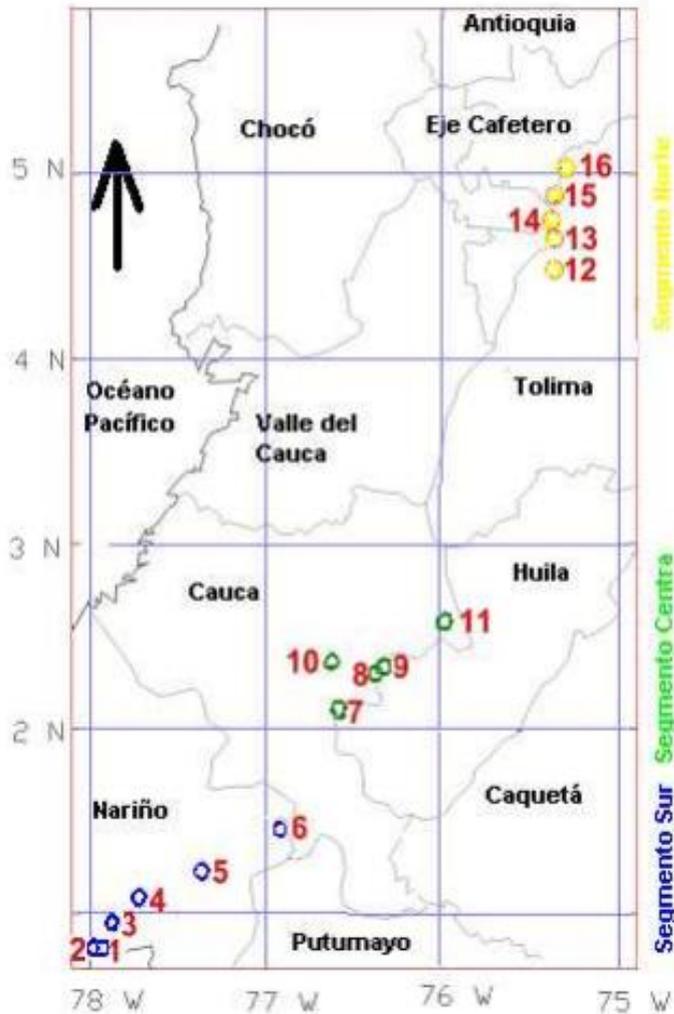


Fig. 45. Volcanes de la zona andina de Colombia.

Fuente: Sismos y volcanes en Colombia.

PRODUCCION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

La producción de materiales en Colombia tiene un nivel muy bueno con una industria que se ha consolidado en calidad y nivel de producción, se autoabastece de materiales en un 95% y tiene un flujo de exportaciones muy considerable que ha ido expandiéndose en los últimos años. Esta situación se debe a que en Colombia hay gran cantidad de materias primas y en mucha cantidad lo que ha permitido consolidar el nivel de producción de los materiales, el punto fuerte son el cemento, arcillas, arenas, productos cerámicos.

Los materiales que más influencia tienen en el campo de la construcción son el cemento, el acero y el hierro. Estos materiales son los que tienen mayor incidencia en el precio final de la vivienda, dentro de los procesos constructivos la mayoría de las viviendas se construyen con una estructura de hormigón armado y muros en mampostería de ladrillo común. Este modelo de construcción no ha variado en muchas décadas por lo que la industria se ha centrado en producir materiales para un sistema no tan desarrollado comparándolo con técnicas constructivas más tecnológicas, para las construcciones más técnicas en donde se requiere que los materiales y productos tengan un alto nivel de valor añadido y procesos de alto nivel tecnológico se importa los materiales.

En el mercado es muy escasa la oferta de sistemas constructivos prefabricados, la mayoría de construcciones se hacen de manera tradicional con procesos que exigen mucha mano de obra, los escasos sistemas prefabricados que existen son de PVC y elementos a base de cemento y pocas estructuras metálicas. El mercado no se ha preocupado por innovar en búsqueda de diseñar sistemas que sean más eficientes en el consumo ya que esto reduciría la cantidad de material que se consume, por esta razón hay cierto sector del mercado que no le conviene en que se generen procesos de innovación.

Subsector	Part.% demanda
Productos minerales no metálicos (cementos y relacionados)	32%
Productos metalúrgicos básicos	24%
Servicios a las empresas	6%
Productos de madera	6%
Maquinaria y suministro eléctrico	5%
Productos de caucho y de plástico	5%
Servicios de intermediación financiera	4%
Productos químicos	4%
Muebles	4%
Minerales no metálicos (canteras)	4%
Maquinaria y equipo	2%

Tabla 3. Demanda de insumos en el sector de construcción.

Fuente: DANE Matriz de utilización, 2011.

El consumo de los materiales de construcción en el mercado interno de Colombia está calculado en aproximadamente 22 billones de pesos según cifras del DANE (aproximadamente 6.285 millones de euros), de este total el 32% equivale a minerales no metálicos que en su mayoría es cemento, los materiales metalúrgicos básicos equivalen a un 24%. En estos datos se puede ver la prevalencia que tiene el cemento, el hierro y el acero en la construcción de las edificaciones a nivel del país.

La producción de cemento ha tenido un incremento constante por el mercado en expansión y la industria ha podido satisfacer la demanda, la producción del cemento ha tenido un crecimiento en promedio anual del 17% y el de minerales no metálicos de un 15%, artículos con valor añadido de cemento, hormigón y yeso tuvieron un crecimiento del 13%. Esto consolida al cemento como material primordial en la construcción y procesos derivados de la construcción ya que hay mucha materia prima en el país y la industria consolidada para su producción. Para los próximos años Camacol (cámara comercio de la construcción en Colombia) espera un crecimiento de un 7,7% anual de productos de hormigón y un 4,2% para productos metálicos.

La producción de cemento gris tuvo un crecimiento continuo en los últimos años, llegó a 13.153,1 mil toneladas y el consumo es de 12.806,8 mil toneladas lo que demuestra que el nivel de producción está muy bien y en constante crecimiento según cifras del DANE para el año 2015, esto demuestra la buena situación por la que pasa esta industria, la región que más produjo y que más demandó el cemento fue la región andina con un crecimiento en la demanda de 22%. La forma más común de comercialización es en bultos de 50kg con un precio promedio de 28.100 pesos (8.02 euros).

El hierro y el acero es un sector industrial que no está muy bien desarrollado en Colombia por lo que es necesario en gran parte importar estos materiales, gran parte de las importaciones vienen de China que es el productor mundial del 60% de productos metálicos, esto hace que sea un producto con un valor muy variable dependiendo de las condiciones de los mercados internacionales, por tal razón el costo de las viviendas influyen mucho por factores externos lo que pone en riesgo la rentabilidad de la construcción en muchas ocasiones. La producción de acero en Latinoamérica está estancada por la desaceleración de la economía mundial.

Producción suramericana de acero crudo 2014 / miles de toneladas												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Argentina	397	380	472	486	483	477	477	467	464	478	461	446
Brasil	2.752	2.622	2.991	2.789	2.873	2.722	2.958	2.958	2.892	3.052	2.676	2.628
Chile	95	90	109	97	79	83	94	96	91	99	93	95
Colombia	87	68	118	112	113	105	116	94	108	114	120	115
Ecuador	49	47	54	54	57	58	59	58	62	65	49	50
Paraguay	1	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Perú	93	85	97	90	91	88	94	81	100	105	110	110
Uruguay	0	7	7	7	8	8	8	9	9	10	10	10
Venezuela	159	122	109	153	100	86	104	97	103	161	142	130

Tabla 4. Fuente: www.world steel.org



Fig. 46. Variación del precio internacional del acero.

Fuente: Análisis del mercado internacional del hierro y del acero.

El precio de los materiales metálicos tiene muchos factores globales, la tendencia de los últimos años en cuanto a costos fue de una fuerte subida hasta mediados del 2011 y una lenta reducción de los costos, esto ha influenciado mucho en los proyectos de vivienda social ya que este sector tiene gran porcentaje en el costo final de una vivienda.

La madera no tiene tanta fuerza en el mercado de construcción de Colombia, estructuralmente se utiliza en algunas zonas la construcción en bambú o guadua como se la conoce en Colombia y hay algunos casos de innovación con nuevos sistemas constructivos muy eficientes pero su producción se da en zonas específicas por lo que se dificulta la accesibilidad de este material en zonas apartadas o poco accesibles, la madera que se produce por lo general es para funciones no estructurales ya que no se dan las condiciones para que la madera tenga características de resistencia de alto nivel. En Colombia se producen 2 millones de metros cúbicos de madera, aproximadamente el 0,1% de la producción mundial, se depende mucho de las exportaciones para productos con valor añadido como tableros aunque el país se ha desarrollado muchas industrias en mobiliario y productos acabados.

PROPUESTA

La solución propuesta para la problemática de la vivienda social es crear un sistema constructivo que permita optimizar los recursos, agilizar el tiempo de construcción, flexibilice la construcción progresiva para que la vivienda pueda desarrollarse con el transcurso de los años y que cumpla todas las condiciones y exigencias que cada lugar de implantación pueda requerir. A partir de esta propuesta y un desarrollo progresivo se busca mejorar las condiciones de habitabilidad de la vivienda social para aumentar la calidad de vida de los usuarios a partir de la configuración y adaptabilidad de los espacios a medida de las exigencias de los habitantes y brindando unos acabados adecuados que mejoren el confort interno.

Se toma en cuenta referentes con un buen funcionamiento para a partir de esta información poder reutilizar conceptos de prefabricación y adaptarlos a la propuesta específica en la zona andina de Colombia, se toma en cuenta en los referentes el sistema de prefabricación, el proceso de armado en obra y la calidad, la modulación y facilidad de construcción.

Las condiciones de eficiencia energética y de control climático se desarrollan por medio de las opciones de cerramientos con aislamiento y con juntas entre elementos constructivos que garantizan el control de puentes térmicos, estas condiciones se ajustan dependiendo de las condiciones del entorno y su clima. Los procesos de prefabricación garantizan la durabilidad y estabilidad ya que hay mayor control de la calidad y hace que la vivienda sea un proyecto donde todos los puntos estén diseñados y evitar como sucede en la vivienda actual que hay muchos procesos manuales con poca planificación donde hay muchas decisiones improvisadas y poco eficientes.

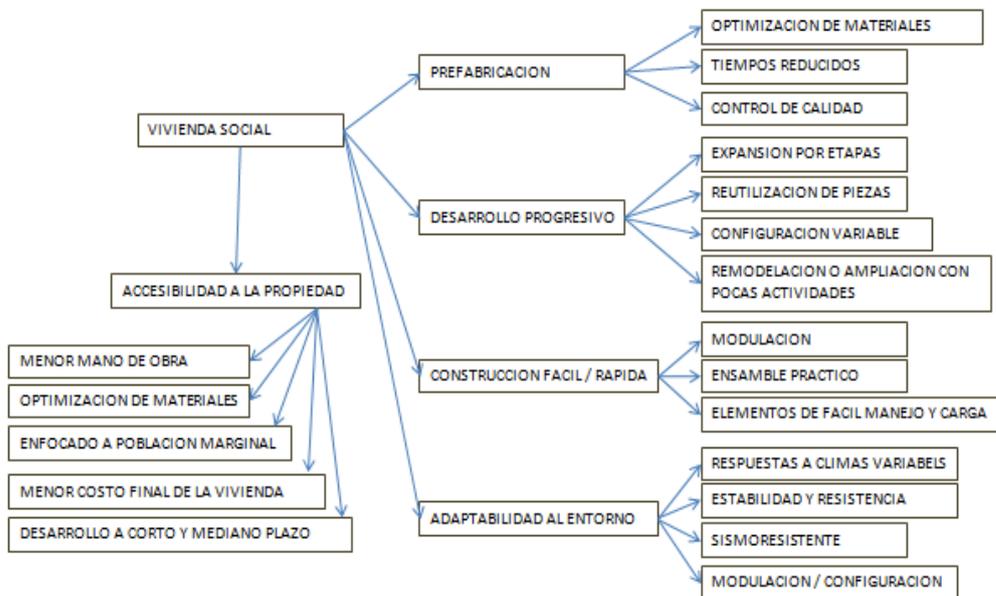


Fig. 47 Esquema conceptual de propuesta.

Dadas las diversas condiciones de lugares que pueden surgir en la zona andina es necesario crear un sistema constructivo que se adapte a la topografía, climas, condiciones sísmicas y condiciones habitacionales de varios tipos de familia y en constante cambio. Un punto indispensable para el diseño del sistema es la posibilidad de poder transformarse por lo cual la decisión se centra en un sistema que acoplable por piezas que permita su transformación.

Parámetros de diseño

El sistema constructivo debe cumplir varias exigencias para poder adaptarse y conseguir las exigencias constructivas y de habitabilidad para que conformen un hábitat digno que permita el desarrollo humano y familiar de la población.

Para poder cumplir con el concepto de desarrollo progresivo el sistema debe tener la capacidad de adaptarse y expandirse con facilidad para que los usuarios puedan hacer modificaciones sin necesidad de hacer muchas actividades previas, el concepto de modulación debe ayudar a la expansión por medio de secciones y elementos en la menor variedad posible. Así el concepto de desarrollo progresivo se integra con el funcionamiento continuo de la vivienda.

La industrialización de procesos que se hacen manualmente es la solución para lograr satisfacer la demanda de más de 3 millones de viviendas, esto con el fin de acelerar procesos de producción y optimizar recursos y tiempo.

Acelerar el tiempo de construcción es indispensable por la necesidad inmediata de dar vivienda a gran parte de la población, los procesos constructivos actuales son muy meticulosos y poco sistematizados lo que hace que cada actividad requiera mucha mano de obra para poder cumplir los procesos y no hay procesos simultáneos lo que prolonga aun más la culminación de las construcciones.

La integración de procesos de prefabricación permite optimizar los recursos ya que al fabricar los elementos constructivos en una cadena de procesos se tiene mayor control de los materiales y la calidad y se maneja mejor los tiempos de ejecución.

Los materiales que se manejan deben ser de accesibles en el mercado local, así es como el cemento y el acero que son los materiales con más uso y amplio mercado son los materiales que se utiliza para el sistema constructivo, además por que cumplen las condiciones de resistencia sísmica y de durabilidad para los entornos andinos de Colombia.

La adaptabilidad a los diversos entornos debe ser un punto fundamental del sistema constructivo, por la diversidad de los entornos que hay en la zona andina así como la accesibilidad y facilidad en transporte, el sistema debe estar pensado en la variedad de entornos que se pueden presentar ya sea en su topografía, condiciones de construcción y requerimientos de los usuarios. El transporte debe estar pensado en la infraestructura de las

ciudades y poblaciones y en las zonas de urbanización que por lo general son zonas periféricas de las ciudades donde la accesibilidad y la infraestructura no están completas, así se debe crear elementos proporcionales para lograr conjuntamente una fácil manejabilidad en obra y gran eficiencia en el proceso de obra.

El hecho de utilizar materiales que se producen en gran medida en la región o accesibles es un punto a favor en cuanto a la mano de obra, lo que permite que sea fácil adaptar las capacidades de la mano de obra existente que trabaja en sistema de hormigón aporticado a un sistema prefabricado de hormigos. La facilidad de capacitar a la mano de obra hace que los tiempos de ejecución sean más rápidos y que el control de calidad en los procesos de obra sea mucho mayor teniendo mejores resultados.

Referentes

Para el diseño del sistema constructivo se estudia varios referentes en cuanto a sistema constructivo, viviendas prefabricadas, tecnologías en concreto, viviendas progresivas, así se pretende lograr una integración de varios aspectos para lograr una solución óptima que sea eficiente en habitabilidad, eficiencia de materiales y procesos de fabricación y constructivos.

Sistema Sancocho:

Este sistema desarrollado en Venezuela, es un sistema que prefabrica elementos basados en concreto y perfiles de acero, los elementos se ensamblan con soldadura y los elementos son de pequeñas dimensiones por lo que no se necesita equipos o herramientas especializadas, todas las actividades se hacen con mano de obra sencilla y con el equipo básico, la actividad más compleja que puede haber es la soldadura.

El sistema se conforma por columnas y vigas de acero de 9cm X 9cm rellenas de concreto y paneles de cerramiento de 3cm de espesos y de ancho 90cm, la altura es variable de acuerdo a cada configuración de diseño y de la ubicación de vanos para puertas y ventanas.

El proceso tiene dos etapas una de taller donde se hace el vaciado de concreto en las formaleas de acero y se hace todo el proceso de prefabricado y transporte y la otra etapa es en la obra donde se hace el ensamblaje que es a base de soldadura, el transporte es por paquetes del mismo tipo de paneles o de elementos estructurales con un montacargas para carga y descarga al vehículo de transporte y en el lugar de la obra el montaje es manual ya que

los paneles y piezas son livianas para que entre una o dos personas puedan transportar manualmente una pieza sin dificultad y sin necesidad de herramientas adicionales.

Un punto negativo del sistema son que las instalaciones no tienen una planificación muy acertada, todas las instalaciones tanto eléctricas como hidrosanitarias están previstas a la vista para abaratar costos de construcción y simplificar los procesos de construcción lo cual deteriora las condiciones habitacionales y estéticas de la unidad residencial.



Fig. 48. Formaleta y proceso de vaciado de concreto.

Fuente: Cyted Habited programa para ciencia y tecnología "Con techo".

Se hace un sellado entre las uniones de paneles y elementos estructurales con un mortero de cemento y arena, los acabados exteriores son con pintura directamente aplicada al panes de concreto y en la cara exterior se hace un estucado con yeso y posterior a esto una capa de pintura.

Las paredes son modulares siempre con el mismo ancho de 90cm para adaptarse a la modulación, las puertas y ventanas pueden ser de chapa de acero o en madera con el acabado que el usuario escoja. La cimentación se hace con zapatas a nivel de excavación hasta un nivel de suelo estable y una losa de concreto de apoyo, en este punto se empieza a ubicar los elementos estructurales, las columnas se empiezan a ubicar desde una esquina y continuando con el eje más extenso, su ajuste es por medio de soldadura a unas platinas ubicadas en la losa de apoyo siempre verificando la verticalidad de las columnas y la adecuada distancia entre ejes, después se ubican los paneles soldando sus marcos para ir formando en cerramiento, y

posterior a la conformación del muro con sus elementos de ventanas y puertas se ubica las vigas que de igual manera se unen por medio de soldadura. La soldadura en las partes estructurales va en los cuatro lados de cada extremo y en los paneles de cerramiento va en dos puntos específicos.

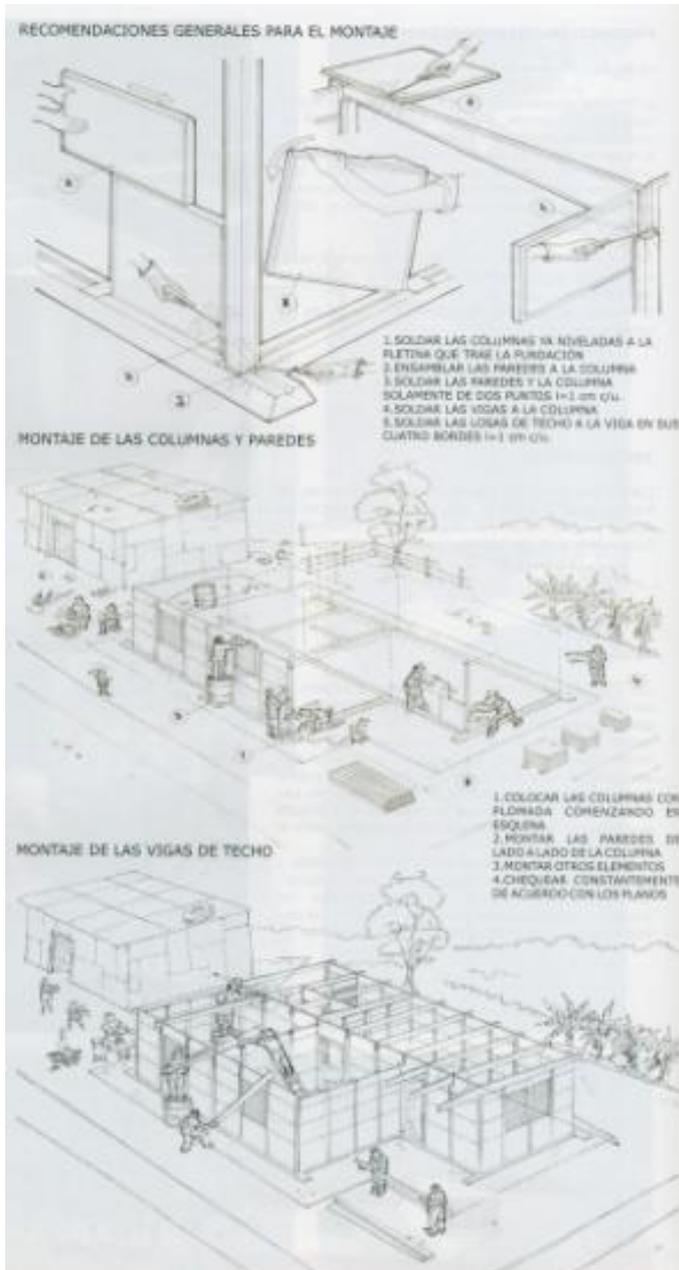


Fig. 49. Proceso de ensamblaje.

Fuente: Cyted Habited programa para ciencia y tecnología “Con techo”.

Los entrepisos y la cubierta son paneles apoyados sobre viguetas que en el caso de entrepisos son perfiles metálicos y en cubierta son prefabricados en concreto para darle la pendiente de desagüe, para la cubierta se empieza con la losa de borde y se continua hasta terminar en la cumbrera esto facilita la unión entre las piezas y el proceso en la mano de obra de unión entre piezas para que queden mejor ubicadas y con mayor facilidad. La impermeabilización depende de las condiciones de cada proyecto. Este sistema facilita los procesos de construcción por la facilidad de manejar elementos muy pequeños fáciles de transportar y ensamblar pero no

tiene definidos muchos puntos, se limita a pensar en la estructura, cerramientos y divisiones y puntos como instalaciones, cubierta y acabados quedan fuera del proceso prefabricado y expuesto a la improvisación.

Sistema constructivo BSCP:

La empresa BSCP se ajusta a cualquier diseño y realiza elementos prefabricados de grandes dimensiones, tiene un gran grupo de trabajo e instalaciones de gran producción que permiten la construcción de edificaciones a gran escala. Tiene la posibilidad de fabricar sus elementos en taller o fabricarlos a pie de obra en un taller portátil, se basa en la construcción integral de todos los elementos constructivos tanto estructurales como divisorios o cerramientos. Los elementos prefabricados incorporan los ductos y espacios necesarios para las instalaciones lo que acelera tiempos de ejecución de actividades posteriores, además no necesita mano de obra especializada ya que es un sistema de ensamble sencillo con pocas actividades posterior a la ubicación de los paneles.

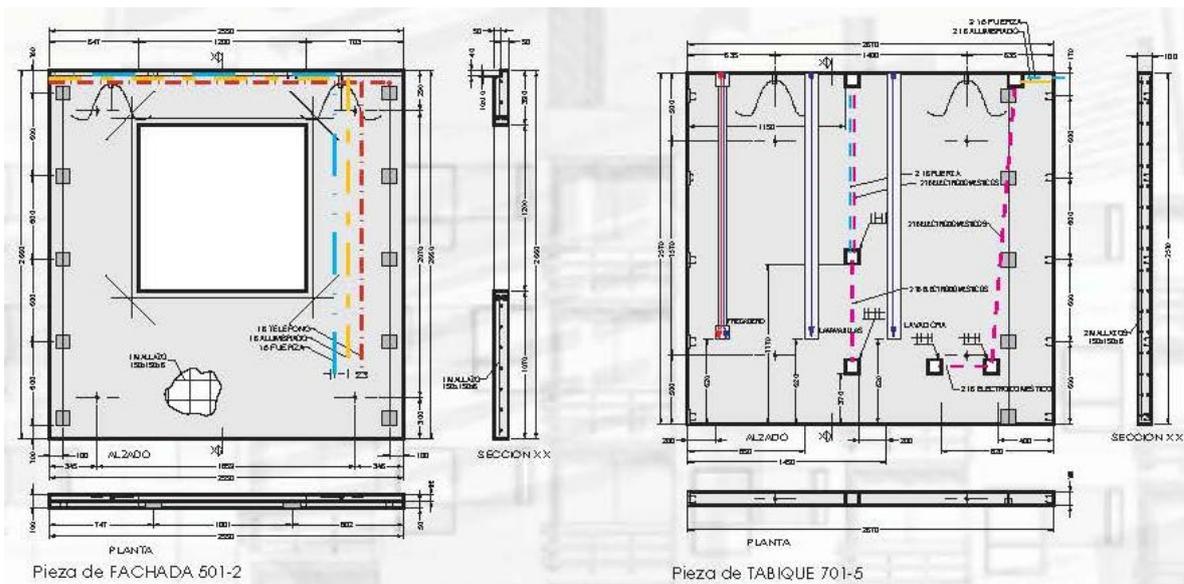


Fig. 50. Tipo de panel de fachada BSCP. Fuente: BSCP Archivos de presentación empresarial.

Los paneles tienen varias configuraciones para incorporar elementos de carpintería y vanos que configuran el diseño específico de cada construcción, el sistema permite diversificar los tipos de paneles en función de su aislamiento térmico, carpintería o elementos de instalaciones. Es muy importante el equipo de trabajo de planificación que diseña a profundidad cada elemento y cada detalle para incorporar todas las actividades con la construcción prefabricada, así todos los campos de la construcción se integran adecuadamente, este sistema facilita el trabajo posterior como acabados y las instalaciones eléctricas y sanitarias.



Fig. 51. Proceso de prefabricación.

Fuente: www.bscp.es

El proceso en la planta de prefabricación permite tener un control muy estricto sobre los procesos y los materiales para llegar a producir elementos constructivos muy precisos en la calidad y en sus dimensiones, las formaletas metálicas reutilizables hacen que las dimensiones de los paneles sean precisas y la ubicación de la malla de acero es muy fácil sobre un plano horizontal a baja altura, las máquinas de dosificación tienen una velocidad de producción rápida sobre formaletas continuas vertiendo hormigón de varios paneles en poco tiempo, el almacenaje y transporte interno se hace con algunos puente grúas que llevan los paneles a diferentes lugares de la planta sin riesgo de daños y un almacenaje en un espacio con las condiciones de humedad y temperatura adecuadas para su fraguado.



Fig. 52. Proceso de ubicación de los paneles en obra.

Fuente: www.bscp.es

En obra la rapidez de la construcción depende de la adecuada ubicación de la grúa ya que la velocidad y rendimiento depende del alcance para llevar a su punto de ubicación a cada panel, cuando la extensión del edificio es muy larga se requiere aumentar el número de grúas ya que esta es la única manera de mover los paneles debido a su peso y a sus dimensiones.

En obra se requiere poca mano de obra y con poca especialidad, en las etapas de ensamble solo se requiere con mano de obra específica y de alta experiencia al operario de la grúa, en la ubicación y ensamble de las piezas puede trabajar personas con poca experiencia ya que el trabajo es sencillo y solo requiere pocos conocimientos para realizar las juntas y uniones estructurales con equipos muy sencillos de albañilería y soldadura. En la ubicación de paneles se necesitan solo dos trabajadores que ubican los paneles desde extremos opuestos y otro trabajador que se encarga de la seguridad y control de los movimientos de trabajadores y grúa, con un equipo pequeño y bien organizado es menos probable que ocurran accidentes.



Fig. 53. Uniones estructurales de paneles.

Fuente: BSCP Archivos de presentación empresarial.

Para las uniones se utilizan elementos de acero a los cuales se le hace una soldadura continua que rigidiza la unión de partes y ubica los paneles en su posición final, posterior a esto se vierte hormigón con las mismas características del hormigón utilizado en los paneles en los espacios vacíos entre paneles, a esto se le agrega un aditivo para que la unión entre el hormigón nuevo y el que ya está fraguado en los paneles se una correctamente y funcionen las piezas como un sistema monolítico.

El sistema tiene grandes ventajas ya que la empresa cuenta con una gran infraestructura y un gran equipo profesional en la planificación que permite hacer proyectos de manera acelerada con una calidad de construcción muy alta. El sistema se adapta a todas las actividades posteriores de obra lo que integra y facilita todos los campos profesionales dentro de la construcción. Un gran beneficio es la poca mano de obra que se utiliza tanto en los procesos de prefabricación como de armado en obra pero este ahorro se descompensa con los costos de maquinarias y equipos como las maquinarias de la planta de vertido y dosificación y en obra las grúas que son elementos que requieren muchos costos y complejos mantenimientos por lo que en este aspecto en cuanto a costos el precio se incrementa en gran medida.

El sistema no tiene mucho en cuenta ampliaciones o modificaciones por lo que sería difícil integrarlo en proyectos de desarrollo progresivo ya que las uniones quedan selladas y los paneles de cubierta no están hechos para su ampliación en vertical.

Viviendas de protección oficial en Alcobendas:

Con este proyecto se buscaba un proceso constructivo racional y económico buscando una simultaneidad en las decisiones funcionales y estéticas. En la construcción de las 198 viviendas se buscaba dar solución dentro de técnicas que faciliten los procesos de construcción en todos los campos y faciliten la realización desde la estructura hasta los acabados.

El proyecto es resultado de un concurso en Madrid en el año de 1993 por el instituto de vivienda de la comunidad de Madrid, para esta propuesta se optó por grandes paneles prefabricados de hormigón de un espesor de 12 cm. Los paneles cumplen función estructural y de cerramiento y las divisiones interiores son muros de panel yeso con guías de perfiles metálicos.



Fig.54. Vista interna del proyecto finalizado.

Fuente: Revista Tectónica No. 25 "Hormigón"

El sistema consiste por paneles de cerramiento que se completan con piezas ligeras de cerramiento, lozas de forjado, vigas, dinteles y elementos de carpintería. Los nervios se apoyan sobre un espacio en forma de caja en la parte inferior de los paneles estructurales, se hace el enganche de los nodos de las partes incrustadas previamente a las piezas prefabricadas, esta zona de unión posteriormente se hormigona. La unión de las piezas estructurales funciona por atornillado y soldadura de las piezas que posteriormente quedarán en medio del hormigón de unión estructural, esto permite la rapidez en el proceso constructivo y hacer actividades continuas reduciendo los tiempos de ejecución. Para garantizar la impermeabilización se realiza una doble sellado con un cordón con silicona neutra y otro rígido de celda cerrada de espuma de poliuretano.

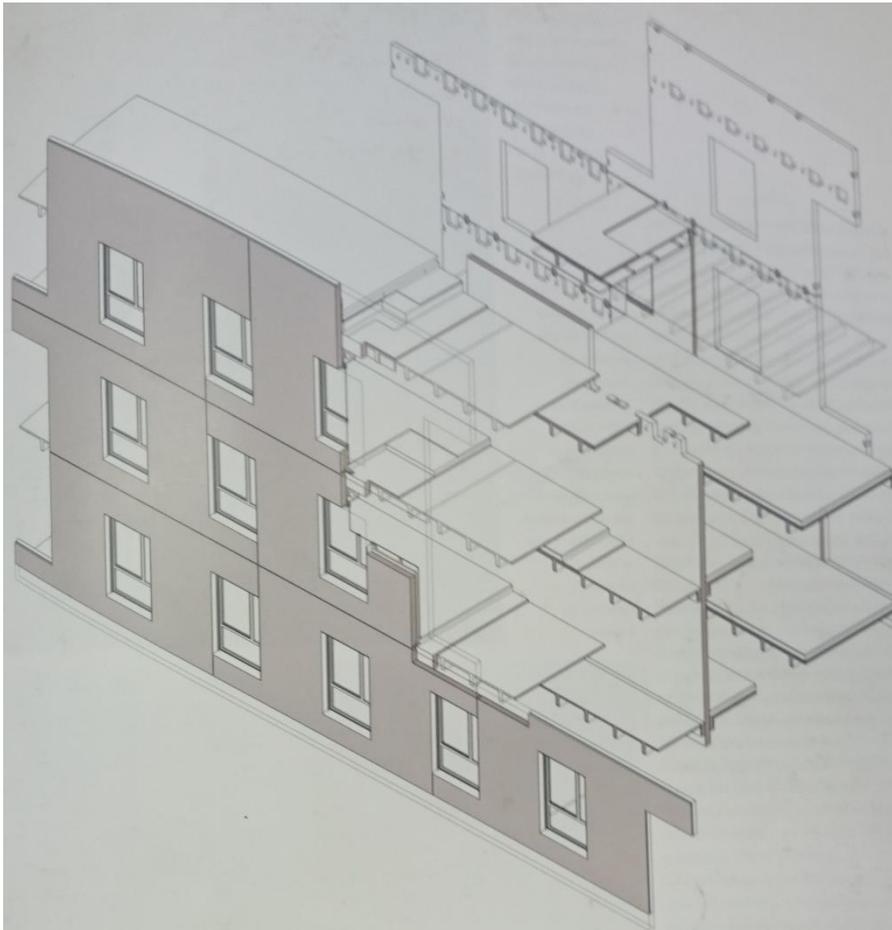


Fig. 55. Piezas de cerramiento, entrepiso y estructurales.

Fuente: Revista Tectónica No. 25 "Hormigón"

El sistema contiene muchas piezas pero la intención de los diseñadores es que desde el exterior se perciba la menor cantidad de piezas, por eso los edificios tienen una imagen muy limpia, se utilizó para la parte exterior un impregnado de color gris perla para darle el acabado. La idea de generar paneles estructurales era de ahorrar espacio con las vigas y los pilares y dejando el espacio más limpio lo cual daba mayor altura y mayor superficie útil dentro de cada unidad residencial.

Los paneles de fachada se trasdosan mediante el aislamiento de poliuretano y en la cara interna del panel se coloca una placa de yeso sobre una perfilería metálica que garantiza su adecuada sujeción y unión al panel exterior. La impermeabilización se asegura con una junta tipo compriband y en esta junta van los dos sellados con el cordón de silicona y el de poliuretano. Este sellado también se realiza en las carpinterías hacia fachada.

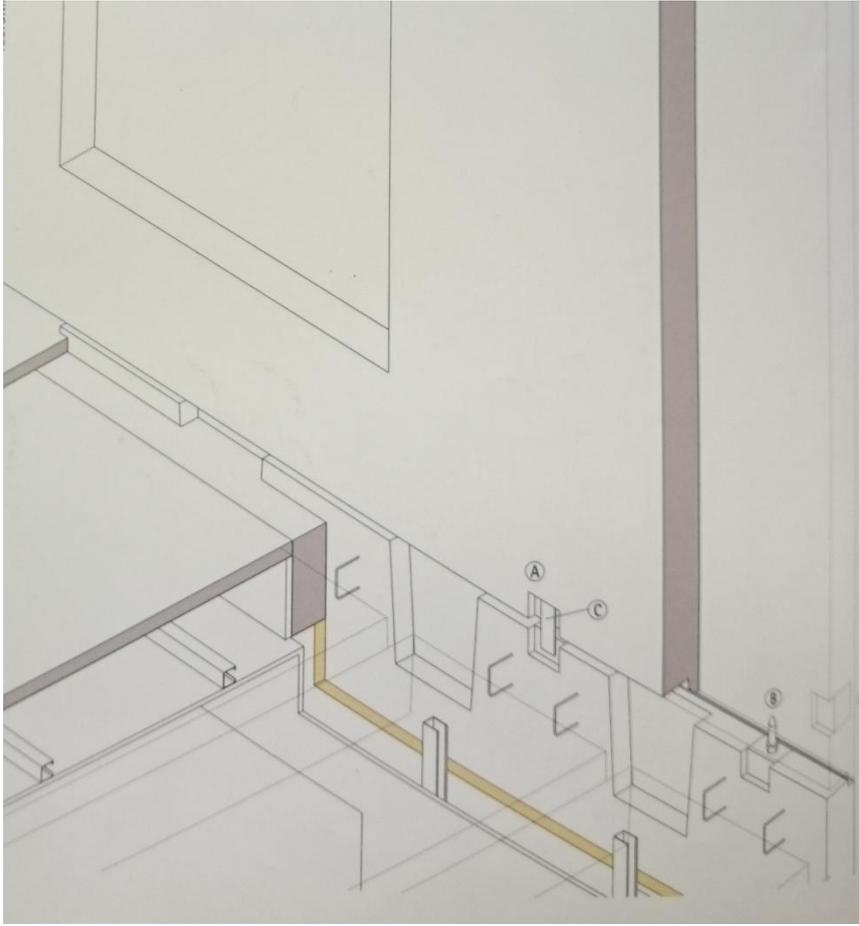


Fig. 56. Detalle de anclaje de piezas de cerramiento y entrepiso.

Fuente: Revista Tectónica No. 25 "Hormigón"

Materiales

Según el estudio de los sistemas constructivos y la producción de materiales de construcción en el país se llega a la conclusión de que la opción más adecuada para el sistema constructivo en cuanto a materiales sea hormigón reforzado con acero, como el sistema tradicional de vivienda social por las siguientes razones:

La producción nacional garantizara el abastecimiento de cemento y el acero es un material asequible en cualquier lugar por el gran flujo del mercado.

La mano de obra de la construcción está muy familiarizada con estos materiales lo que representa una rápida adaptación a un nuevo sistema constructivo en base a estos materiales.

Muy buen comportamiento ante los sismos y las condiciones de movimientos de suelos, ya que presenta gran resistencia y soporta grandes cargas de flexión y compresión.

Se facilita los procesos de prefabricación por la maleabilidad al momento de fraguar el material y la diversidad de formas y elementos que se pueden fabricar con estos materiales.

DISEÑO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

Se busca crear el menor número de elementos necesarios con el fin de simplificar el sistema constructivo y hacerlo más eficiente en cuanto a ensamble y para facilitar la construcción. La estructura se compone de elementos lineales que forman pórticos los cuales están modulados para que sea posible la continua regulación y ampliación a partir de dichos elementos lineales y dos tipos de uniones.

La cubierta va segmentada por cada modulo estructural lo que permite facilitar la expansión y la configuración con el transcurso del tiempo sin afectar las prestaciones de la vivienda y permitiendo modificar parte de la vivienda si afectar otros espacios.

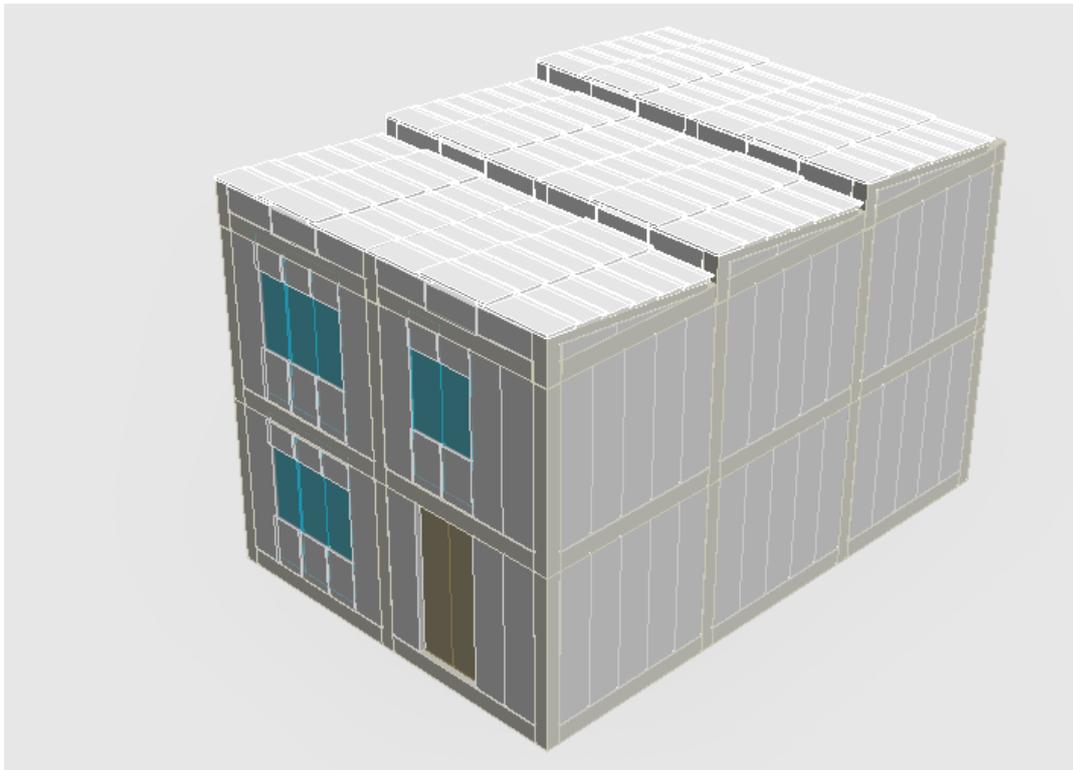


Fig. 57. Perspectiva de la vivienda.

Los elementos estructurales y demás elementos constructivos están dimensionados para que sean fáciles de transportar dentro de la obra, los paneles de cerramiento se modulan a 60cm para adaptarse a placas internas de cerramiento como placas de yeso o de madera laminada.

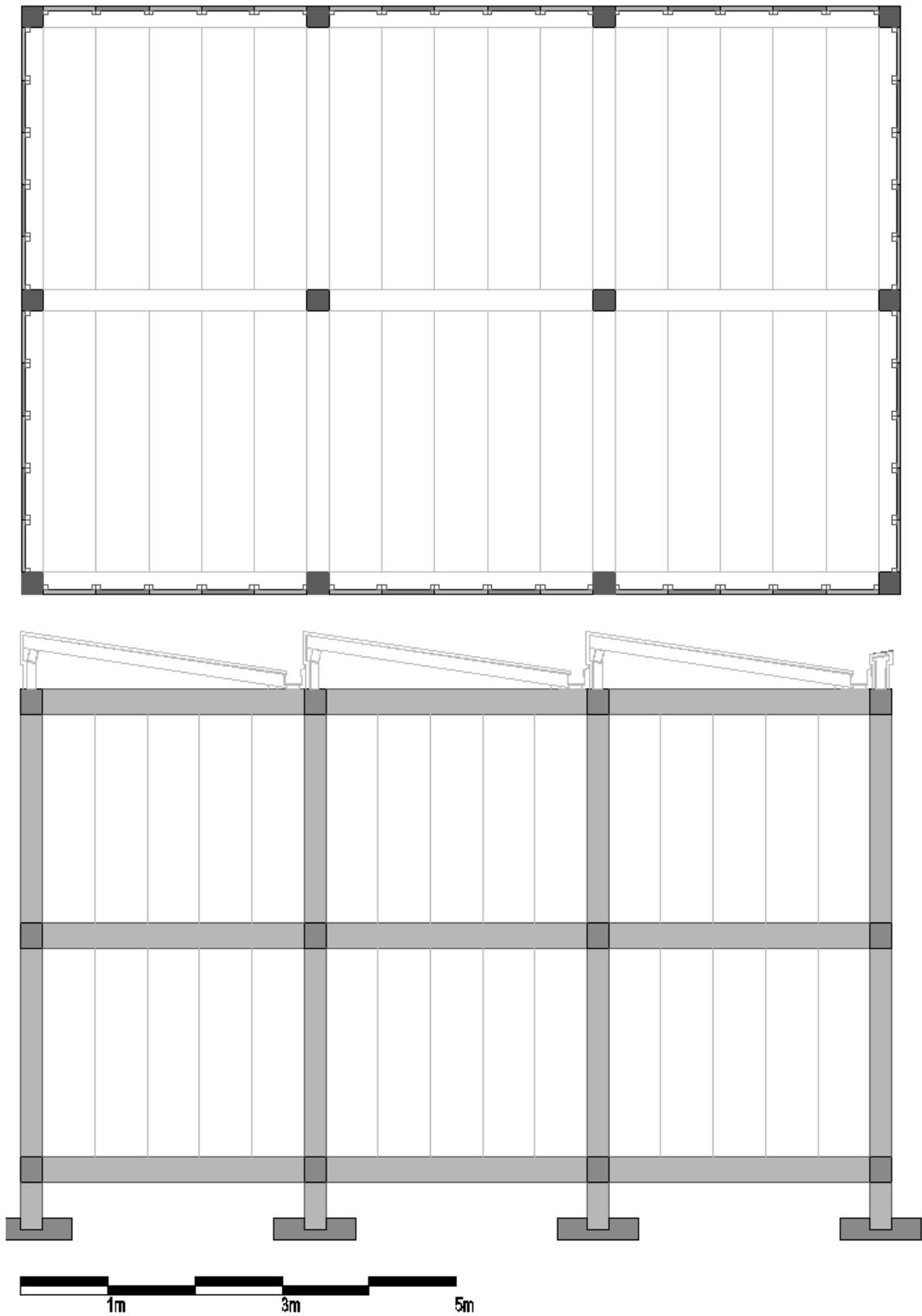


Fig. 58. Planta y sección del sistema constructivo.

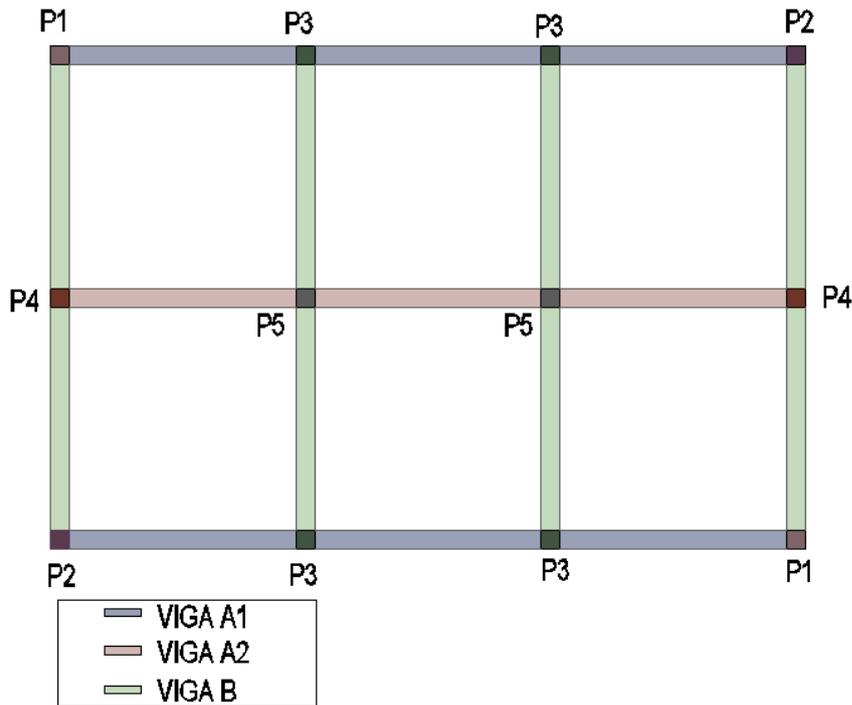


Fig. 59. Tipos de elementos estructurales.

El sistema busca crear la menor cantidad de elementos estructurales para simplificar su construcción por eso solo hay tres tipos de vigas y 5 de pilares.

Vigas:

A1 - En las de cerramiento en la parte externa y en la interna recibe a las placas de entrepiso.

A2 – Recibe placas de entrepiso en ambos lados.

B – unen pilares y soportan cargas de paneles de cerramiento.

Pilares:

P1 – En forma de L, hace unión con dos vigas.

P2 – Igual que el pilar P1 pero en espejo ya que se ubica en la esquina opuesta a la construcción.

P3 – En forma en T recibe a tres vigas, dos de tipo A y una de tipo B.

P4 – En forma en T recibe a tres vigas, dos de tipo B y una de tipo A.

P5 – Recibe a cuatro vigas, dos de tipo A y dos de tipo B.

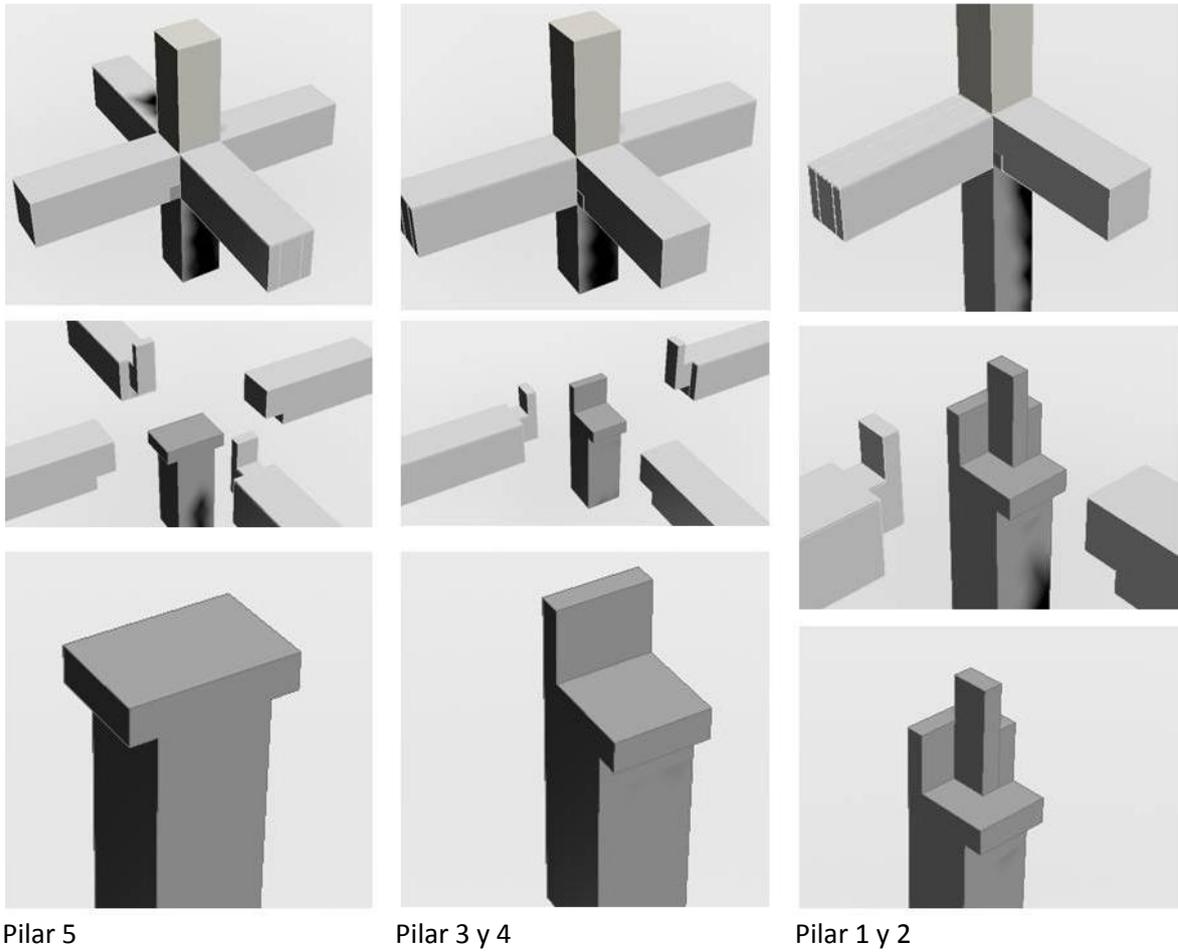


Fig. 60. Tipos de uniones estructurales de pilares y vigas.

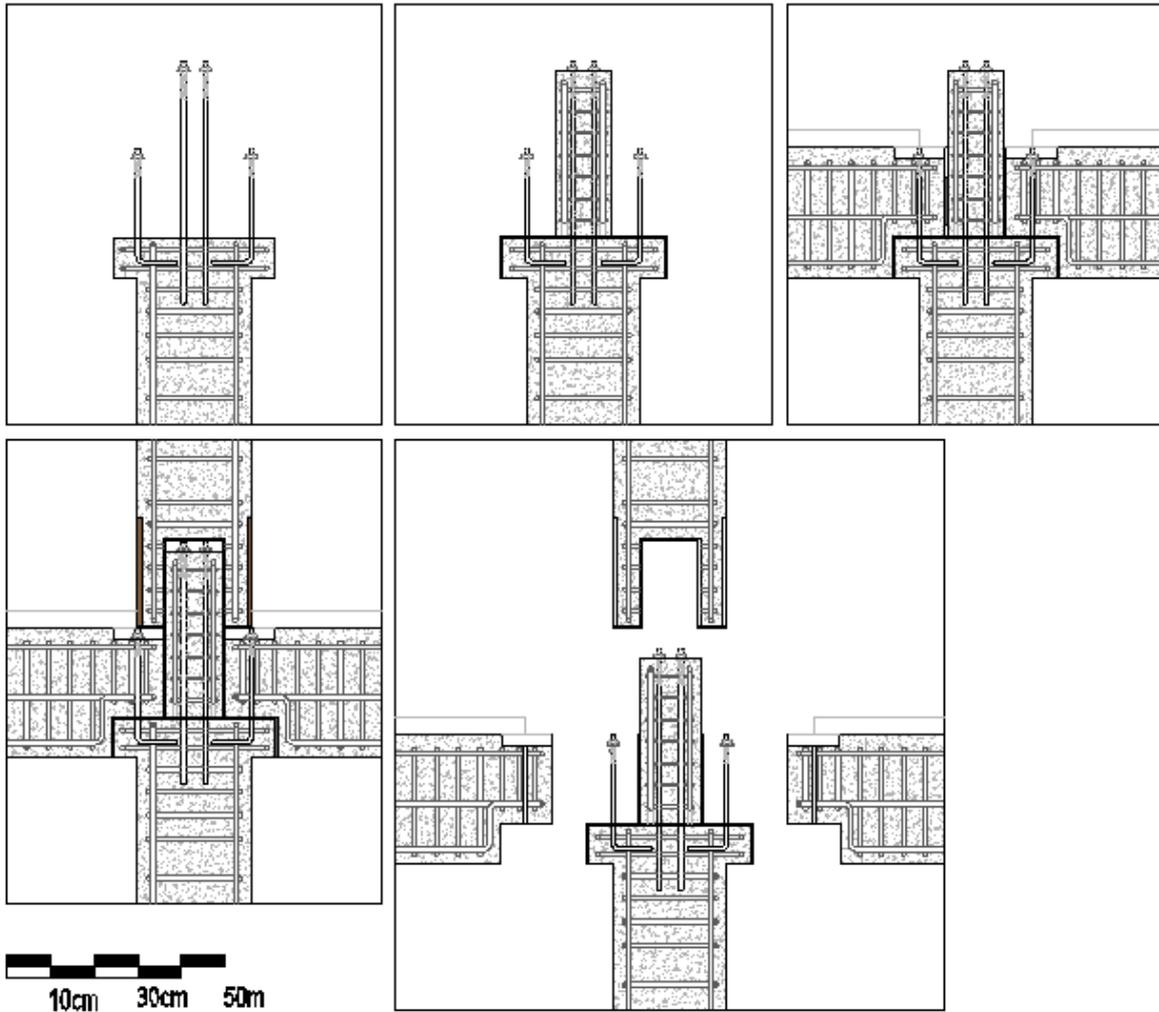


Fig. 61. Proceso de unión estructural en pilar tipo 4 y 5.

El pilar tiene jácenas en la parte superior y espárragos que permiten la unión a las vigas tipo B. cuando el pilar totalmente vertical y anclado en su parte inferior, se apoya en el las vigas tipo B haciendo la unión colocando los espárragos en las perforaciones de las vigas y posteriormente atornillando las uniones, después de esto se ubican las vigas tipo A con el mismo tipo de unión y por el ultimo se apoya el pilar superior a las vigas y se hace la unión macho hembra utilizando tornillos en la zona de la platina inferior del pilar y atravesando los volúmenes de anclaje de los pilares tipo B.

Todas las dilataciones de piezas de hormigón tienen bandas de neopreno para que no haya contacto directo entre las piezas y así evitar el desgaste de las caras por fricción. La capa de neopreno tiene 5mm de espesor. Las perforaciones de vigas para incrustar los espárragos ya vienen de fabrica colocando tubos plásticos dentro de la formaleta antes del hormigonado.

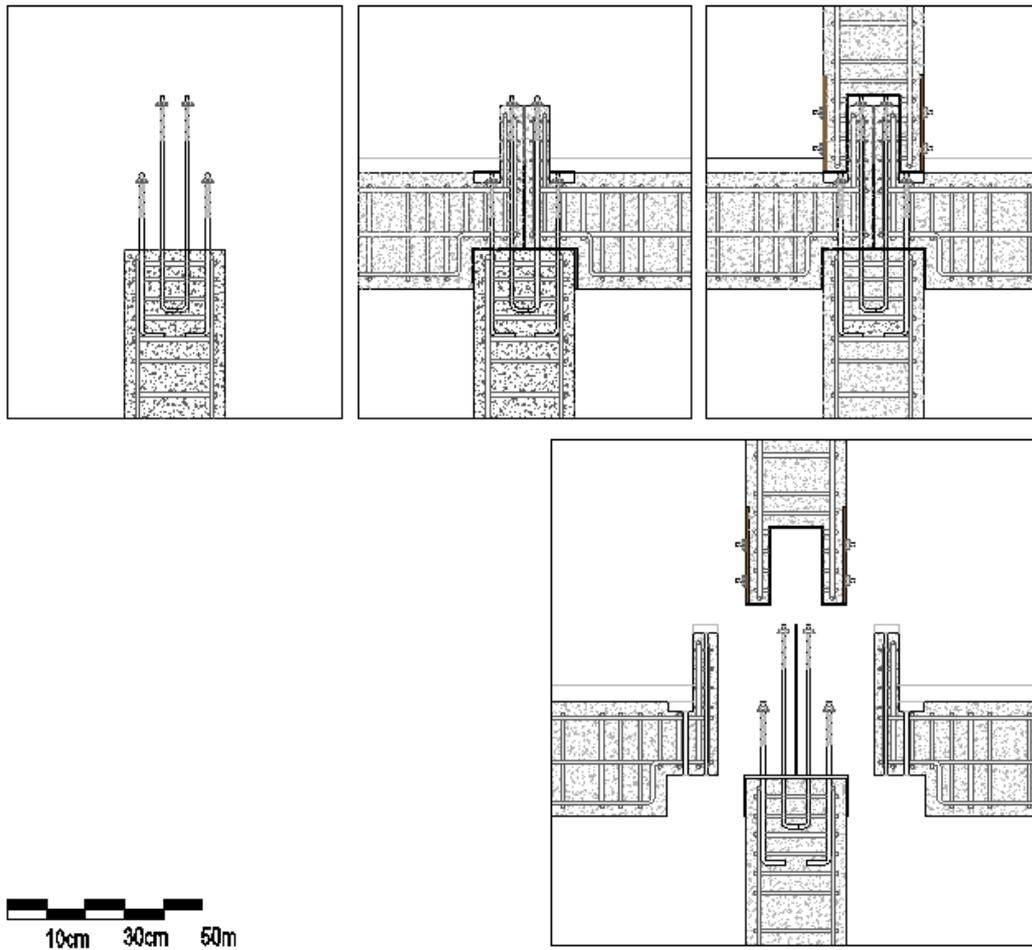


Fig. 62. Proceso de unión estructural en pilar tipo 2 y 3.

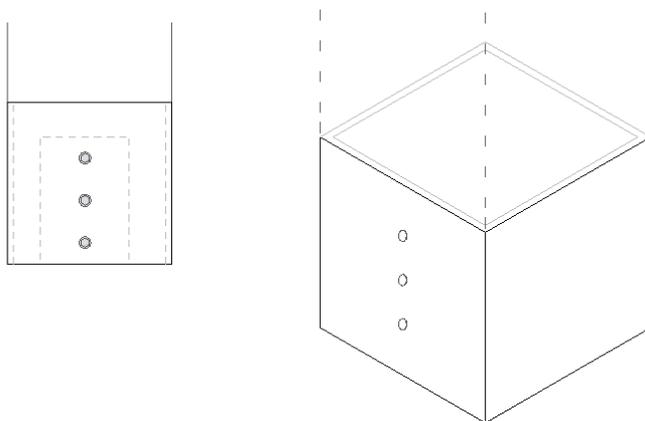
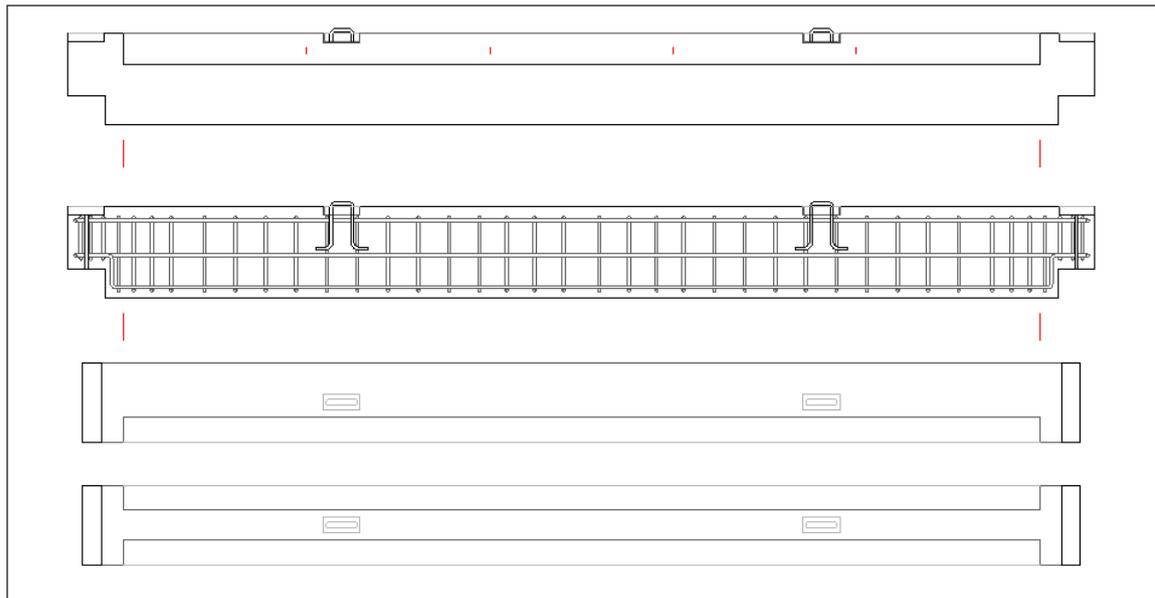
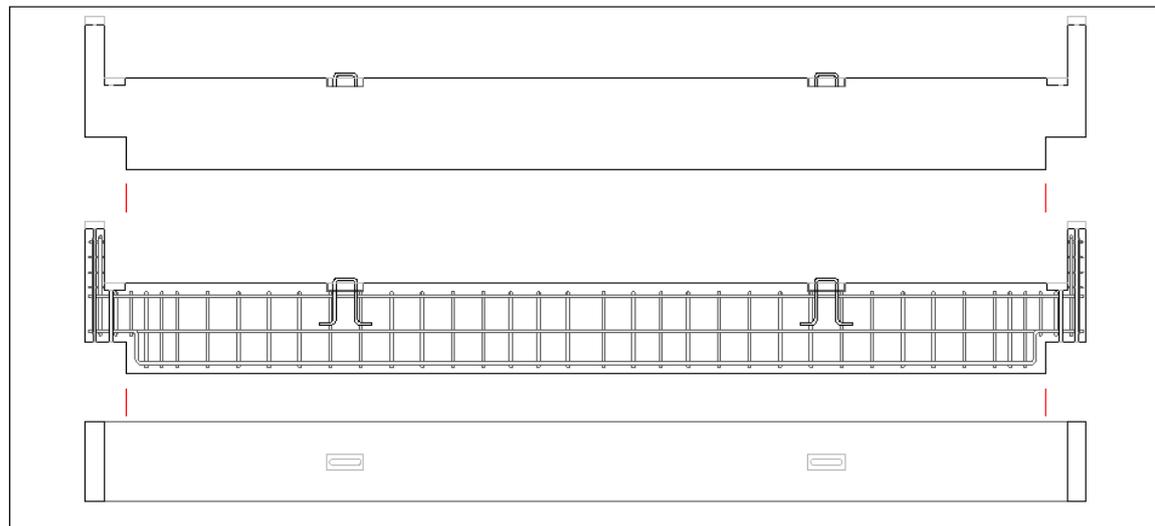


Fig. 63. Parte inferior del pilar.

En la parte inferior de los pilares todos llevan el mismo diseño, una platina de acero de 10mm que cubre las cuatro caras con una altura de 25cm y con perforaciones para tres espárragos, la parte central inferior del pilar tiene un vacío de 13cm x 13cm para anclarse a los volúmenes que sobresalen de las vigas tipo B y poder hacer la unión macho hembra.



Seccion y planta de viga tipo A



Seccion y planta de viga tipo B



Fig. 64. Secciones y plantas de tipos de viga A y B.

Para la ubicación de los anclajes de las vigas se tuvo en cuenta el diagrama de esfuerzos y los puntos donde los esfuerzos son nulos por lo tanto más seguros para que las vigas en el transporte y manipulación dentro de obra no tengan daño y fracturas. Las vigas tipo A tienen una ménsula que recibe la carga de los paneles de entepiso.

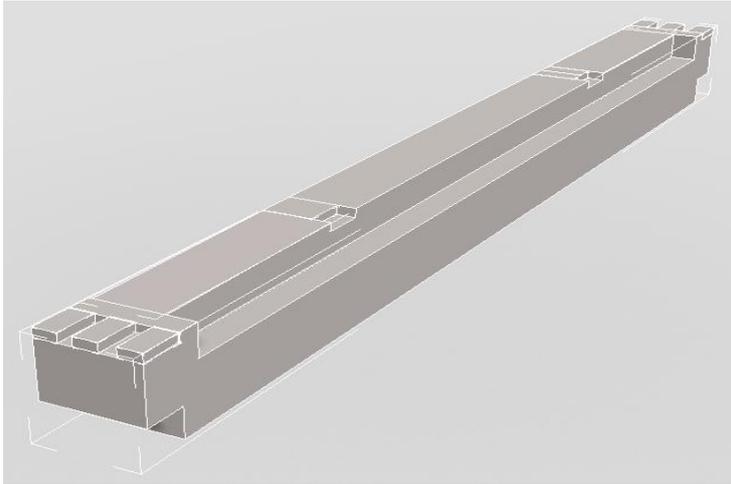


Fig. 65. Perspectiva de viga tipo A.

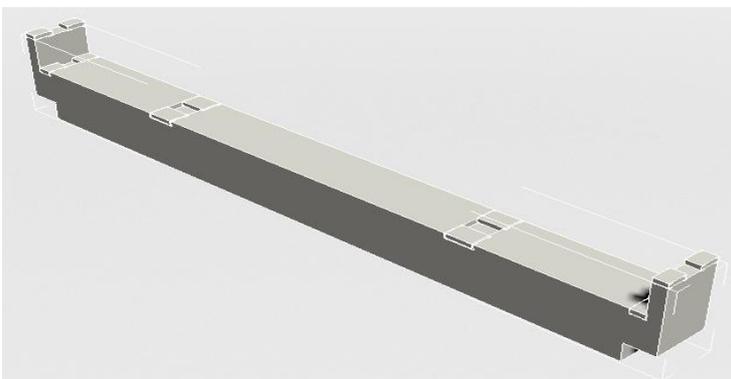


Fig. 66. Perspectiva de viga tipo B.

Entrepiso:

Los paneles de entrepiso tienen un espesor de 6cm y una longitud de 3,16m, para rigidizar estos elementos los paneles en la parte inferior tienen una viguetas de 10 cm de espesor, el refuerzo en acero es de 10mm y en las viguetas de 6mm. En la zona de apoyo se forma un extremo continuo de 10cm de espesor para tener un mejor apoyo y mejor transferencia de cargas, todas las uniones tienen neopreno y las placas van simplemente apoyadas sobre las vigas ya que después hay una capa de compresión con un hormigón de 5cm que hace la unión monolítica y hace más resistente la capa de entrepiso.

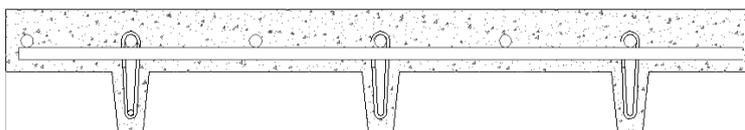


Fig. 67. Sección transversal de panel de entrepiso.



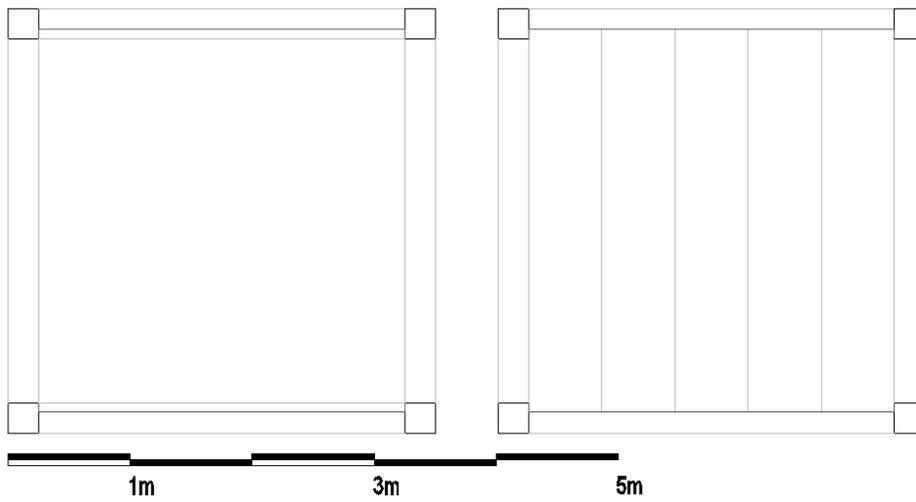


Fig. 68. Ubicación de paneles de entrapiso dentro de elementos estructurales.

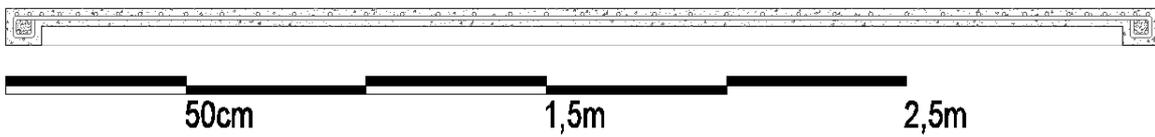


Fig. 69. Sección longitudinal de panel de entrapiso.



Fig. 70. Vista de la cara inferior del panel de entrapiso.

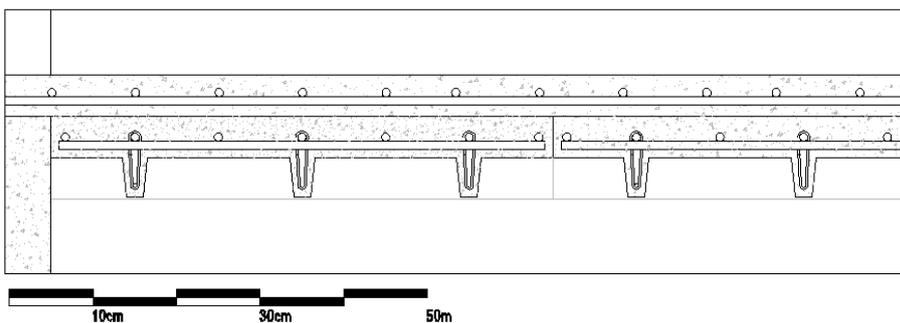


Fig. 71. Panel de entrapiso con la capa de compresión de hormigón posterior.

Cimentación:

Esta actividad se hace manualmente y las características y especificaciones técnicas dependen de la ubicación del proyecto, ya que el proyecto está diseñado para una zona muy extensa con múltiples contextos y condiciones de suelo no se puede proponer una cimentación general que responda de igual manera a todas las zonas de la región andina de Colombia.

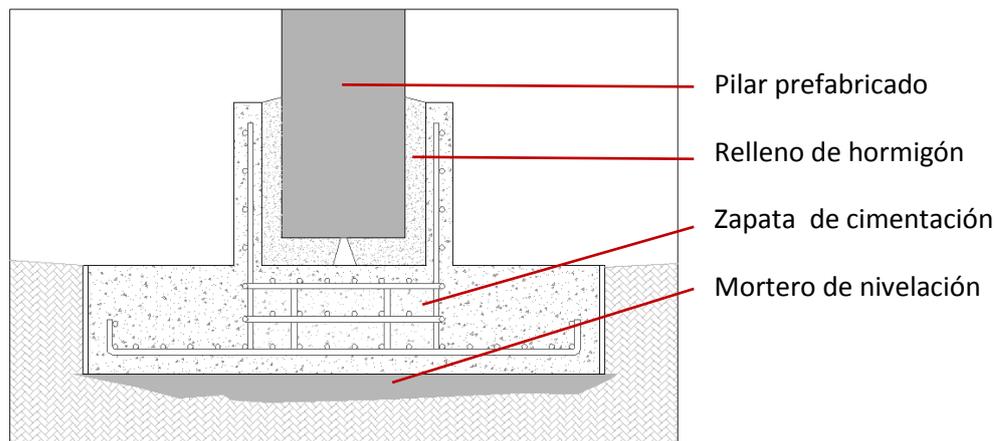


Fig. 72. Cimentación tipo.

Como ejemplo se toma una cimentación normal de una estructura de hormigón con un mortero de nivelación que da el nivel y la horizontalidad de la cara inferior, después se coloca el refuerzo en acero y una formaleta de madera, con la formaleta se deja un vacío en la parte superior donde ira el pilar prefabricado y una holgura de 6cm que posteriormente será rellena con hormigón y permitirá la unión de la cimentación con el primer pilar garantizando una unión rígida.

Cubierta:

La idea principal de la cubierta es que esté compuesta por elementos que se puedan armar y desarmar con lo que se podría expandir la vivienda verticalmente y que las partes que componen la cubierta se puedan reutilizar en su totalidad, la estructura es un elemento en hormigón en forma de L que va ajustado por espárragos de la misma manera que los pilares en la parte inferior lo que le permite desmontarlo fácilmente, este mismo elemento conforma la pendiente de la cubierta en 7%.

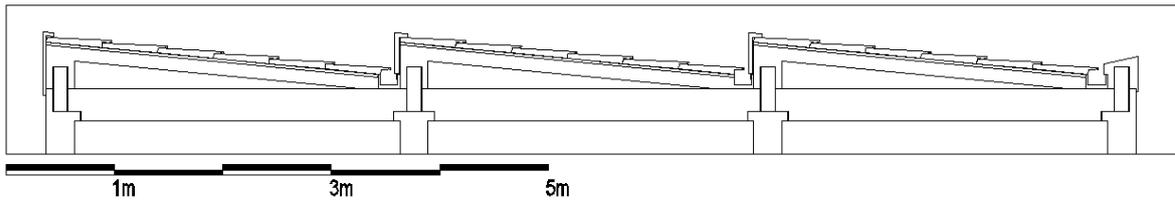


Fig. 73. Sección de cubierta.

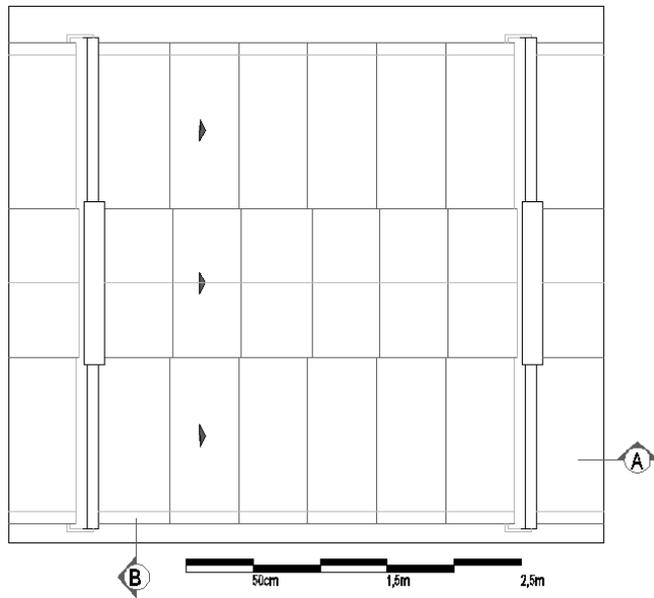


Fig. 74. Planta de tramo de cubierta.

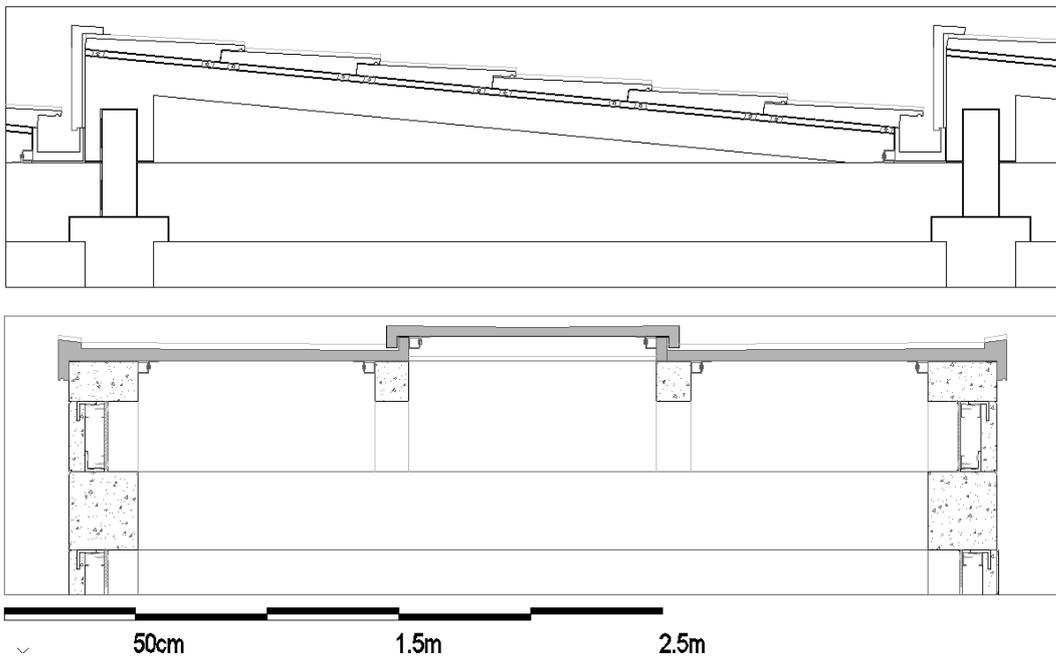


Fig. 75. Secciones de cubierta.

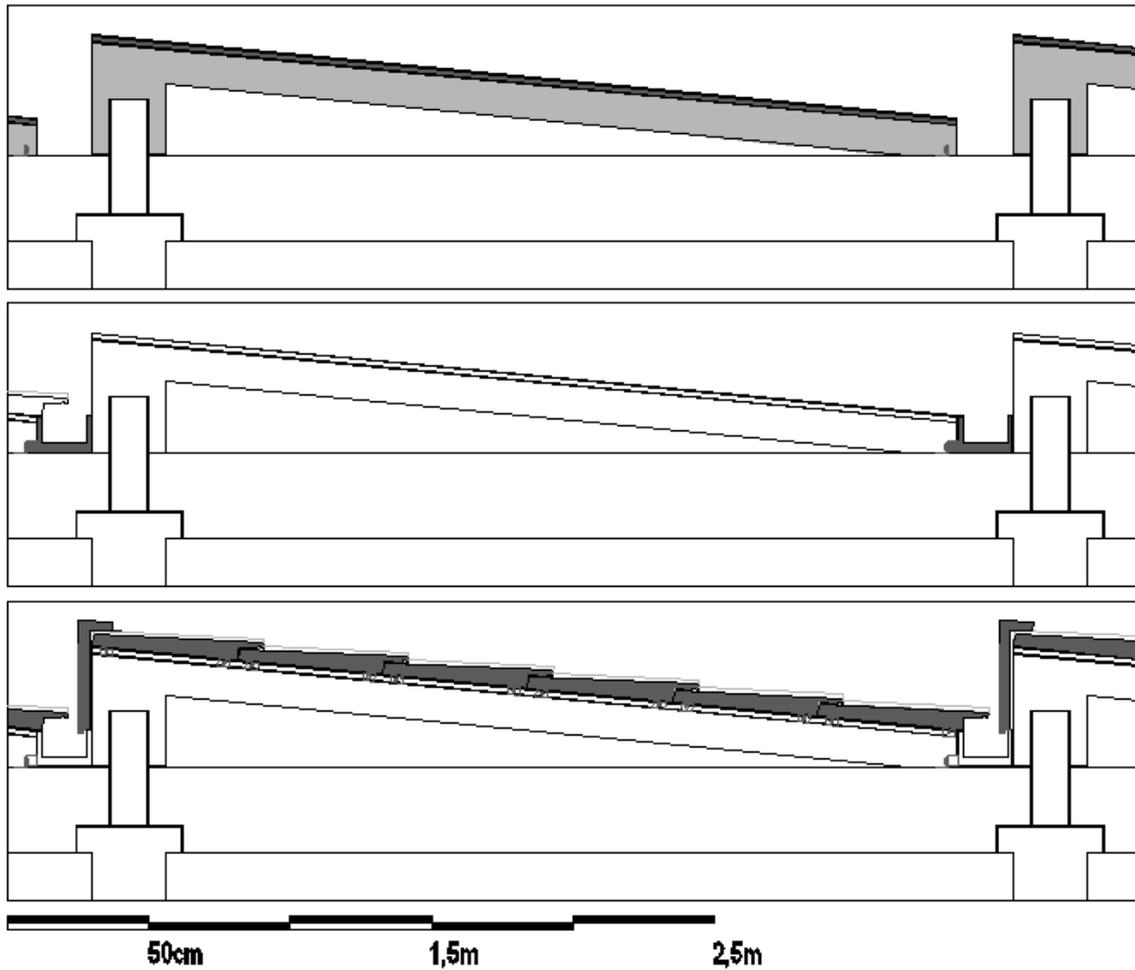


Fig. 76. Proceso y etapas de armado de cubierta.

En el primer cuadro muestra la primera etapa de la estructura de hormigón que soporta todas las piezas, en la siguiente etapa se monta el canal de desagüe y por último las piezas de cubierta que en la parte interior tienen anclados unos perfiles tubulares de acero que se atornillan a las platinas de acero ancladas en la estructura de hormigón.

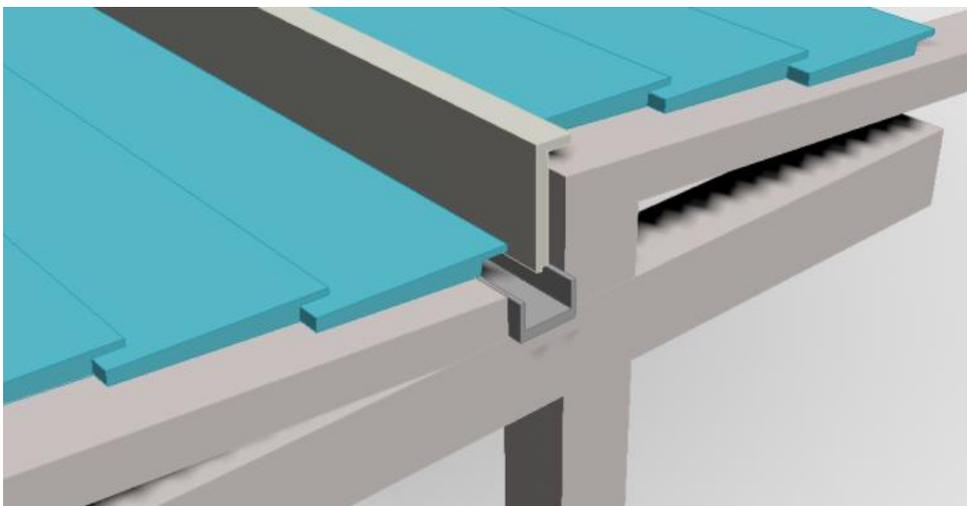


Fig. 77. Piezas de la cubierta.

Cerramientos:

Los cerramientos consisten en una capa de hormigón reforzada de 7cm que tiene una estructura adicional hacia la cara interna de perfiles tubulares de acero de 3mm los cuales permiten colocar desde el interior una placa de panel yeso o de madera laminada para dar el acabado interior. El sistema de anclaje funciona con unas platinas en L de sujeción y suspensión que su parte vertical va dentro de la placa de hormigón y soldada a la armadura de acero y la parte horizontal de la platina sobresale para poderla atornillar al elemento de amarre que se apoya en la viga.

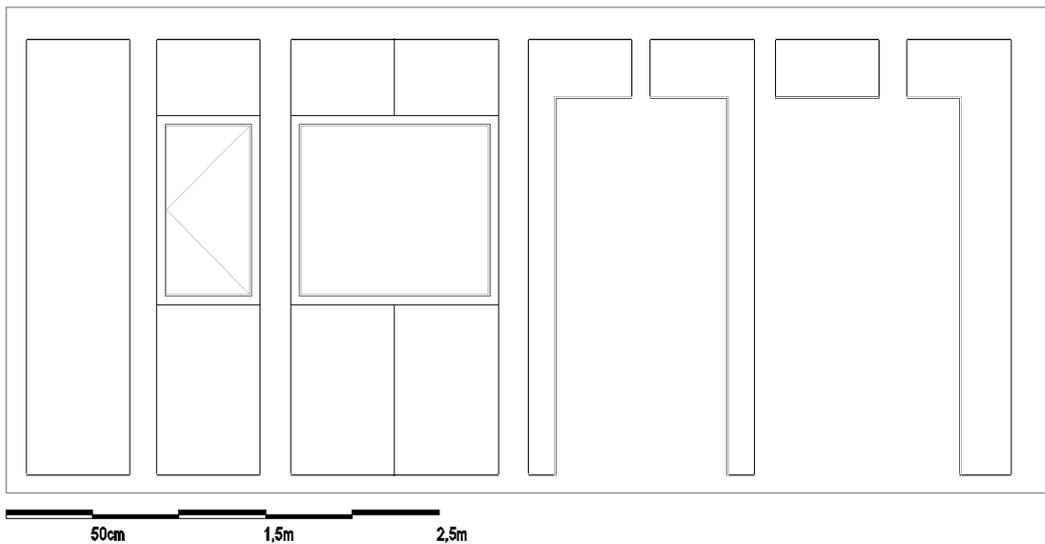
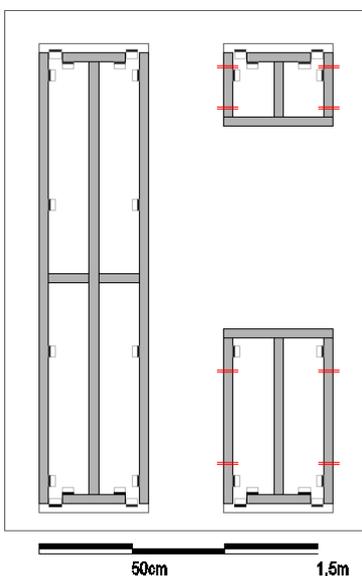


Fig.

78. Tipos de cerramiento.

Hay varios tipos de cerramientos con el fin de poden configurar los espacios y crear vanos para accesos y ventanas, para estos casos se fabrican paneles fragmentados que se sujetan de las estructuras metálicas laterales a sus paneles contiguos dejando el espacio libre para posteriormente colocar puertas o ventanas.



Hay dos anclajes en la parte superior y dos en la parte inferior, estos se sujetan a los puntos de anclaje en las vigas, en el perímetro de la cara interior y una cruz interna con perfiles de acero de 3mm para permitir adicionar placas de acabado interno y rigidizar la capa de hormigón exterior.

Fig. 79. Cara interior de los paneles de cerramiento.

Dilataciones:

Las dilataciones verticales y horizontales se cubren con un perfil en PVC sellado con un mastic elástico que hace se une a las superficies de hormigón y ayuda a sujetar el perfil en PVC, en el interior de la dilatación se coloca un cordón hidrófilo para evitar el paso del agua al interior del edificio.

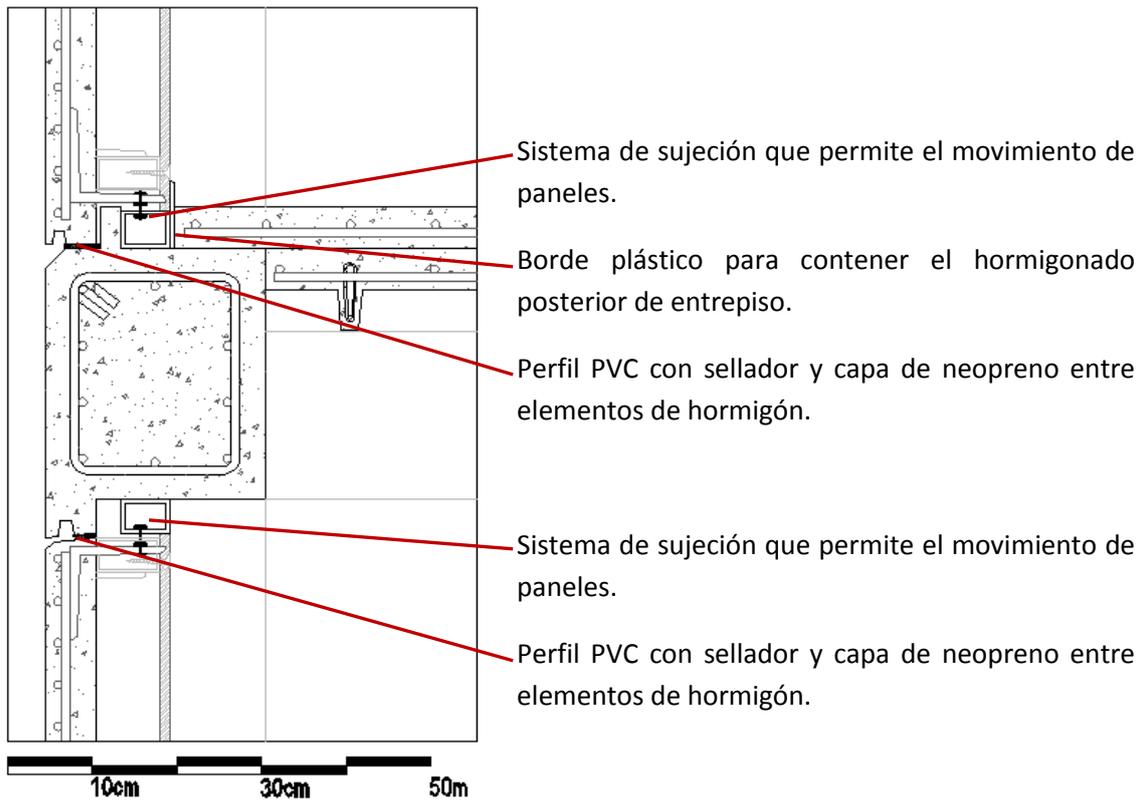


Fig. 80. Dilataciones entre cerramientos y vigas.

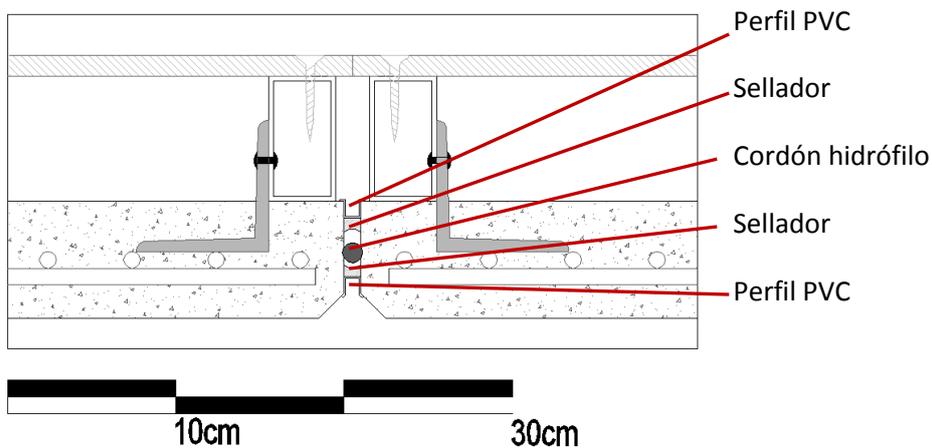


Fig. 81. Dilatación vertical entre paneles de cerramiento.

Carpintería:

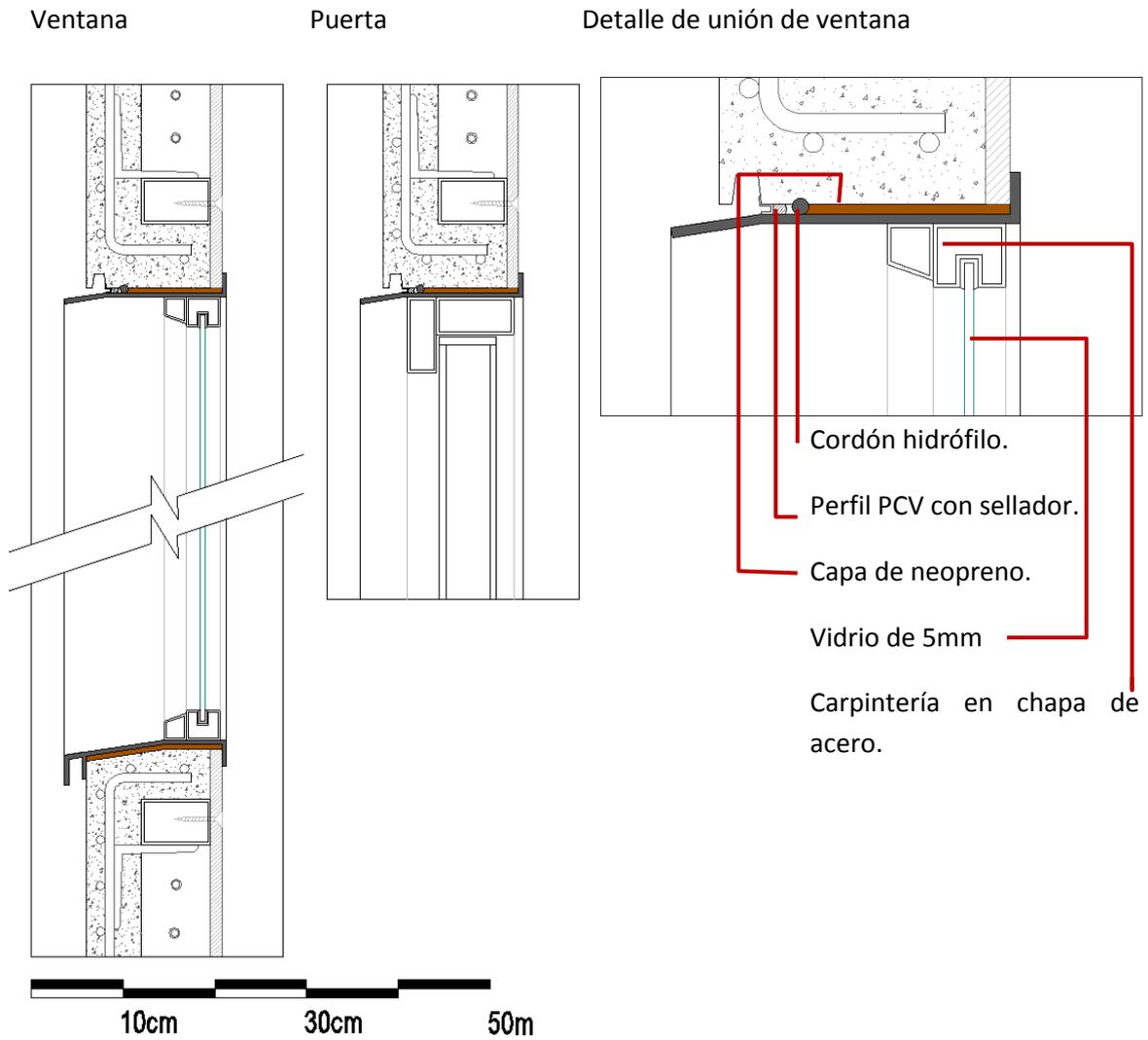


Fig. 82. Perfiles de carpintería.

Escaleras:

Se plantea unas escaleras prefabricadas en perfiles de acero, para las huellas se utiliza un marco de acero con una altura de 3cm y hormigonado en su interior. Los apoyos se unen directamente a las vigas tanto superior como inferior lo que genera mayor estabilidad. El espacio que ocupan las escaleras es de tres placas de entepiso lo que le da a cada tramo un ancho de 90cm.

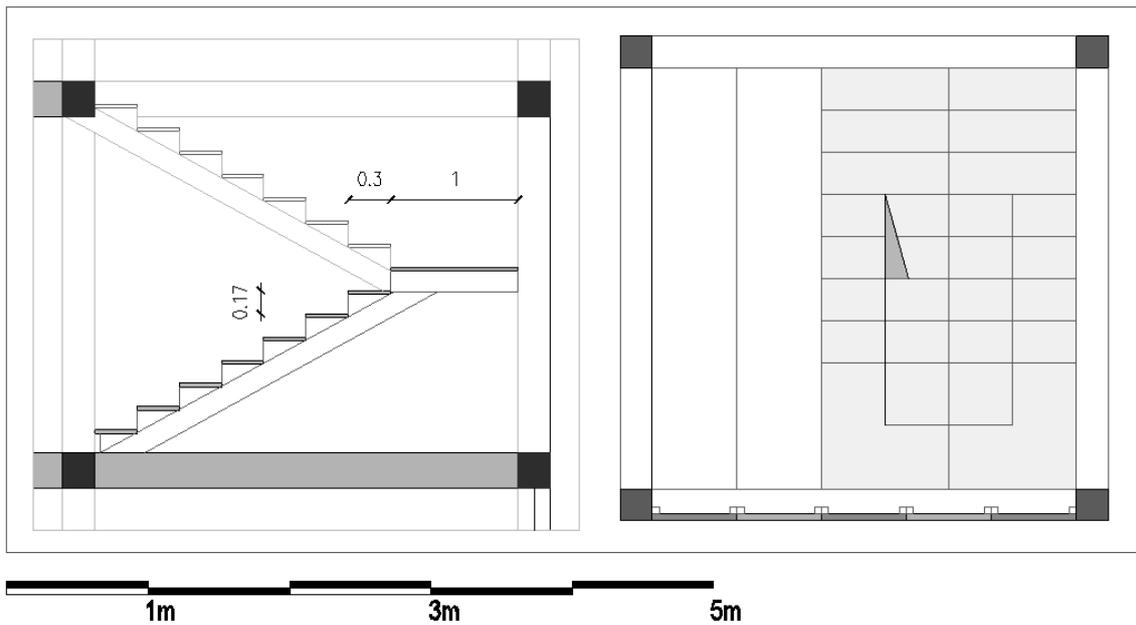


Fig. 83. Sección y planta de escaleras.

Diseño de vivienda tipo de desarrollo progresivo:

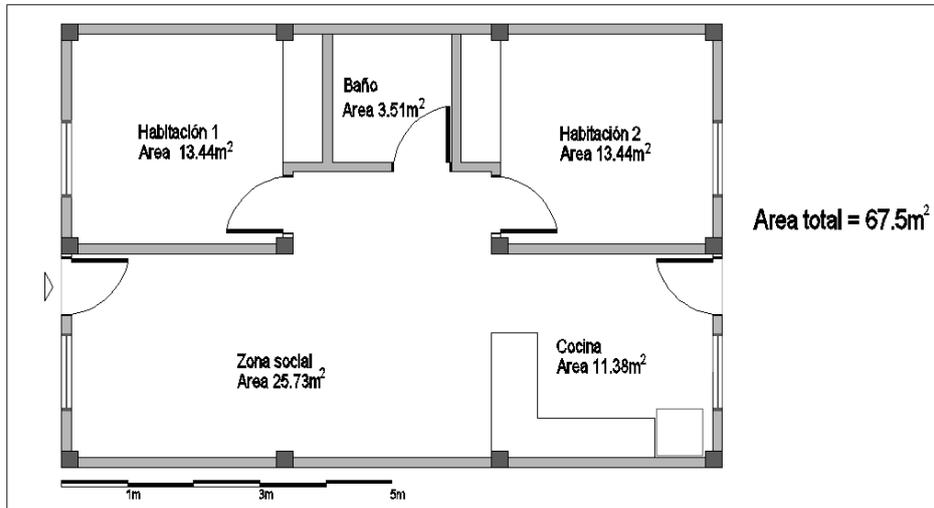


Fig. 84. Planta de vivienda de un solo nivel.

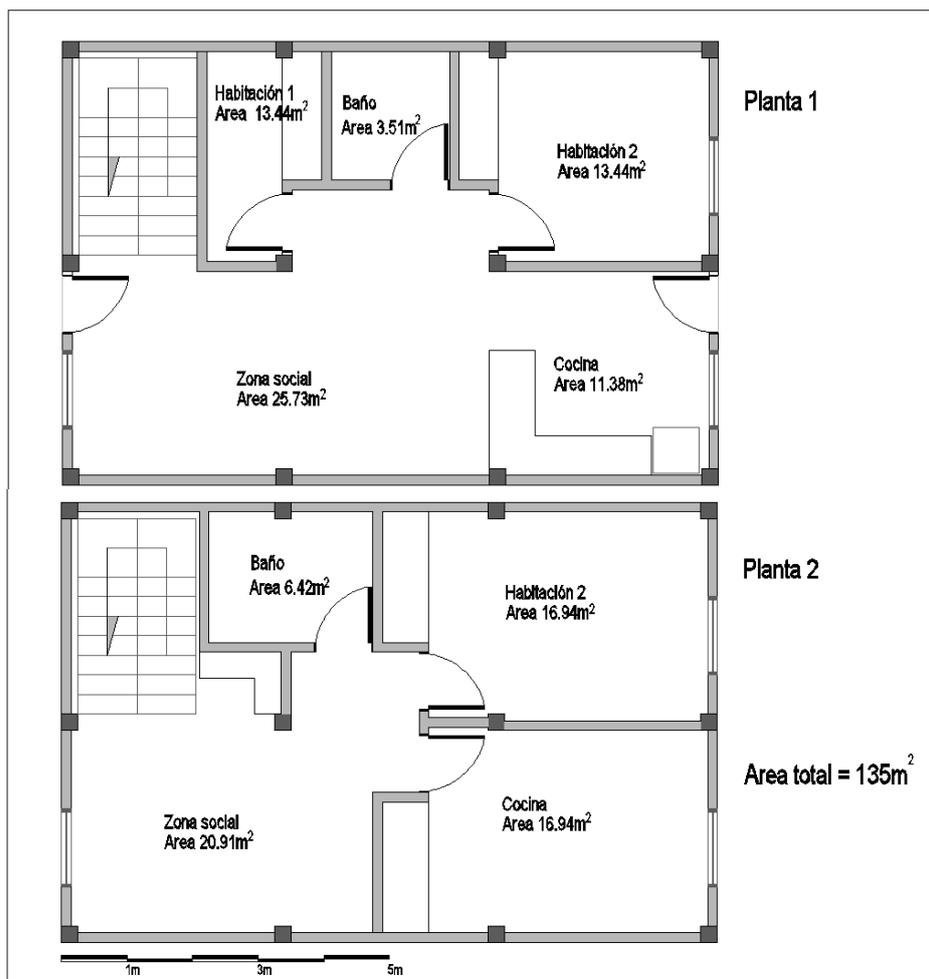


Fig. 85. Plantas de vivienda de dos niveles.

SISTEMA DE PREFABRICACIÓN

Se busca que la mayor parte de las actividades sean procesos de prefabricación y que en el lugar de la obra la mayoría de las actividades sea de ensamble y unión de partes prefabricadas. Para este fin las partes que demandan más actividad en la construcción son elementos dentro de procesos de industrialización que es la estructura y los cerramientos.

La carpintería en vanos de ventanas también se vincula con los cerramientos para optimizar tiempos en obra y garantizar la calidad de la carpintería para evitar puentes térmicos y controlar el estado de los elementos con una adecuada unión con las partes de cerramiento.

Pasos del proceso del sistema constructivo:

- Recepción de materiales.
- Colocación de formaleta y malla en acero.
- Dosificación de materiales.
- Vertido de hormigón.
- Ubicación de formaleta a zona de curado.
- Desencofrado.
- Almacenamiento.
- Transporte a obra.
- Almacenamiento en obra.
- Ensamble en la construcción.

El almacenamiento de los materiales se hace en espacios cerrados donde se controla las condiciones del ambiente exterior principalmente la humedad, esto permite controlar las características de los materiales para tener resultados homogéneos.

La formaleta tiene una base plana en madera laminada que le da la textura lisa exterior a los paneles, el trabajar a nivel de piso sobre una superficie horizontal facilita mucho el trabajo de ubicación de elementos y medición.

Después del vertido del hormigón se transporta el panel con su formaleta hasta un punto de almacenamiento en horizontal uno sobre otro para optimizar espacio pero dejando espacio entre los elementos para controlar visualmente el estado de cada panel, al momento de desencofrado el panel se transporta hasta otro punto donde se retira la base y los perfiles que conforman la formaleta y con una grúa o puente grúa se pone en posición vertical y se coloca en la zona de almacenaje final, esta es la última etapa dentro del proceso de prefabricación antes de su transporte a obra.

El proceso de fabricación empieza por la etapa de almacenaje y manejo de materiales, la segunda etapa de preparación de hormigón y vertido, y la última etapa de fraguado y

almacenamiento. La planta requiere mucho espacio y la maquinaria más especializada está en la etapa inicial, para lograr un óptimo rendimiento se debe tener una máquina de mezclado muy precisa para evitar desperdicios o posteriores productos con mala dosificación lo que significaría una mala calidad y se deba desechar un lote de fabricación.

Para la formaleta se utiliza formaletas con estructuras metálicas y paneles de madera laminada con un acabado en formica con texturas lisas la cual le da la textura final exterior, se aplica un desencofrante a la formaleta lo que permite un fácil desencofrado y que la formaleta se reutilice por muchas veces, el almacenaje durante la etapa inicial de endurecimiento del hormigón se hace horizontalmente. En el proceso se ubica la armadura de acero y se una las platinas de sujeción para el soporte posterior de los paneles que permiten la unión con el sistema de soporte de cerramiento. Las platinas se unen con soldadura a la armadura y se alinean con elementos de madera que mantienen su adecuada posición.

La dosificación de materiales para el hormigón depende de las condiciones de materias primas de cada sector en que se fabrique el sistema, además de los materiales base se adiciona un imprimante para lograr una impermeabilización adecuada ya que el hormigón estará expuesto al exterior y se necesita un producto que selle los poros y que no permita el paso del agua al interior.

Después del hormigonado se traslada el panel en su formaleta hasta una zona de almacenaje para su curado, la primera zona de almacenaje para después del hormigonado todas las piezas se almacenan de forma horizontal y después del formaleteado ya se pueden almacenar en otra zona apilados con distanciadores de madera que permiten que las piezas no tengan contacto.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO PROGRESIVO

El proceso de construcción se logra por medio de una modulación que permite una configuración continua y con la capacidad de adaptarse a las exigencias de cada usuario y entorno, el sistema tiene la menor cantidad de elementos posibles. El manejo de elementos prefabricados hace que el tiempo de obra sea muy corto y al manejar pocos tipos de elementos se garantiza el abastecimiento de elementos estructurales y de cerramiento.

Para módulos de cerramiento se fabrican paneles con las mismas medidas pero con configuración diferente para varios climas y con tipos de ventanería y puertas para lograr la diversidad en la configuración de los espacios.

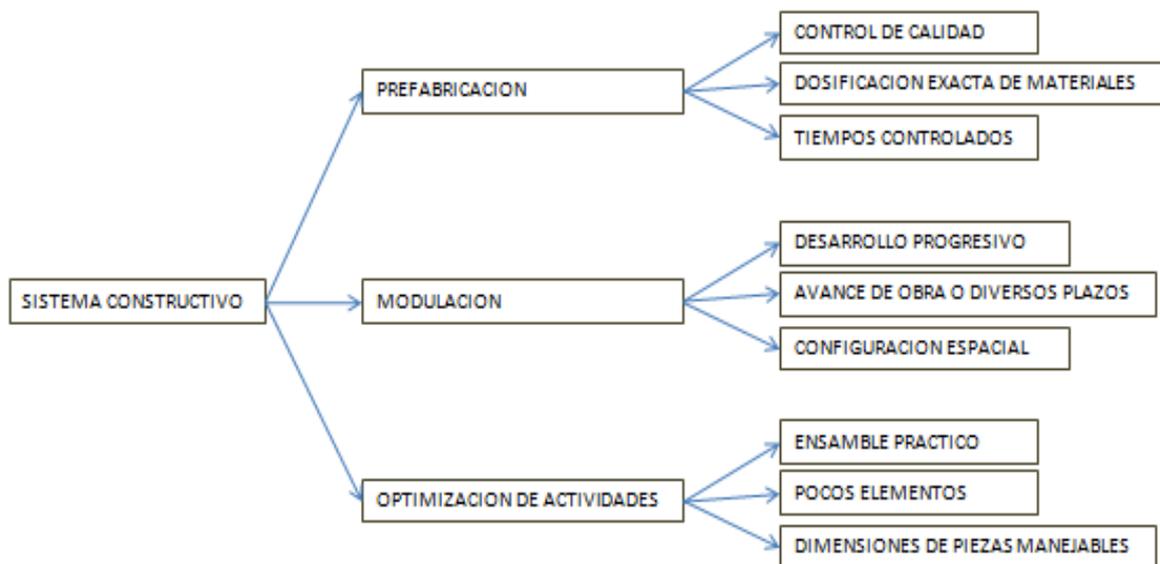


Fig. 86. Parámetros del sistema de constructivo.

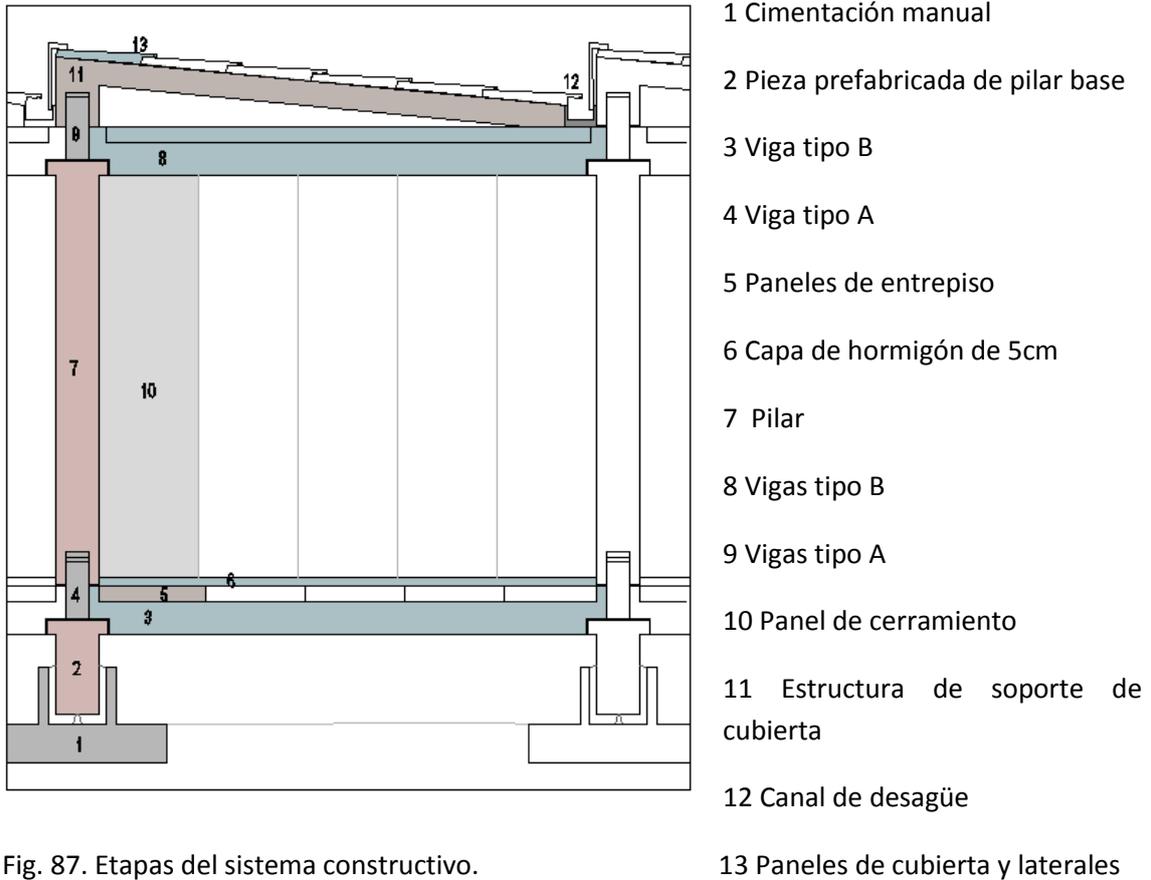


Fig. 87. Etapas del sistema constructivo.

Cimentación:

Es una de las pocas actividades que se realiza manualmente ya que esta actividad depende de las condiciones de suelo y entorno de cada proyecto en específico por lo que no se puede tener una solución general que abarque todos los tipos de suelos y condiciones que se pueden encontrar en la zona andina de Colombia.

Armado de estructura:

Los elementos estructurales tienen un peso entre 300kg y 486kg por lo que se utiliza una grúa pequeña para su manipulación, y entre tres y cuatro trabajadores para su manipulación y ubicación en la construcción, un operario de la grúa, otro encargado de la seguridad y control de movimientos de grúa y paneles y dos más en ensamble. Una vez ubicados cada los elementos estructurales se procede a la unión de los extremos por medio de soldadura con las platinas y varillas de acero de cada pieza estructural y su posterior relleno de hormigón para rellenar la unión estructural.

Colocación de paneles de entrepiso y cerramiento:

Para los paneles se utiliza el mismo grupo de trabajadores y el mismo equipo que para la estructura, el principio es básicamente lo mismo ensamblar piezas a través de encajes que de llenos y vacíos que permiten una unión rígida y resistente ante sismos con platinas metálicas y rellenos de hormigón. El paso inicial es conformar el entrepiso para asegurar una superficie de trabajo segura y de fácil movilidad que facilite el trabajo para la instalación de los paneles de cerramiento y posteriormente a los internos de divisiones.

Armado de cubierta:

La idea principal de la cubierta es fragmentarla y que se pueda montar y desmontar para que sea un elemento reutilizable y que se adapte fácilmente al concepto de desarrollo progresivo ya que con pocas herramientas y actividades sencillas se puede desarmar una sección de la cubierta para ampliar el espacio de la vivienda y posteriormente reutilizar dicha sección de cubierta en donde se puede utilizarla sobre el nuevo espacio. Se conforma de unos elementos principales de hormigón con perfiles adosados en acero en los cuales se atornillaran las piezas de cubierta, sobre estas piezas tiene que aplicarse una pintura impermeabilizante adicional por que aunque el hormigón ya tenga un impermeabilizante las piezas de cubierta están demasiado expuestas al agua por lo que la pintura dará una capa adicional que garantiza su durabilidad.

Instalaciones:

Para las instalaciones eléctricas se dispone de un espacio en los paneles entre la capa de hormigón y el panel interno para ubicar las tuberías para las conexiones eléctricas con lo que se facilita la realización de las conexiones eléctricas y posteriores adaptaciones, las tuberías siempre deben venir desde el falso techo ya que no es posible colocar tubería que crucen una esquina de elemento estructural ya que las columnas no tienen un espacio intermedio por donde pasar la tubería. Para la extensión de la red eléctrica a niveles superiores es necesario hacer una perforación en un elemento de entrepiso y continuar con la tubería de igual manera que con el primer nivel.

Para las conexiones de red de agua y desagües se deben hacer las perforaciones manualmente en las placas de entrepiso siendo esto un punto de desventaja ya que es una actividad manual que toma tiempo y que genera demolición y escombros pero que se justifica en la manera que el sistema tiene la menor cantidad de elementos posibles lo que hace un sistema sencillo y fácil de trabajar. Es recomendable tener la menor extensión horizontal de redes de agua y desagüe para facilitar la construcción y tener el mínimo posible de actividades adicionales a la demolición.

Muros divisorios internos:

No hay un diseño específico para muros divisorios internos porque depende de las condiciones de los usuarios y del lugar de la construcción además del poder adquisitivo de cada grupo familiar, pero se recomienda utilizar un sistema prefabricado de construcción en seco con paneles de yeso o de laminas de cemento y con perfilera estructural de acero galvanizado, ya que presentan gran rapidez y facilidad para adaptarse al sistema constructivo.

Acabados:

Los acabados son de libre elección del usuario ya que el piso del panel queda liso pero en obra gris para darle un acabado posterior y los muros pueden ser de alguna placa de yeso, fibrocemento o de madera laminada o aglomerado. Así los acabados tienen una gran cantidad de opciones que dependen exclusivamente del diseño y de las especificaciones de cada vivienda.

CONCLUSIONES

El estado actual de la vivienda social no se encuentra en las condiciones adecuadas de habitabilidad y durabilidad, los procesos actuales no han tenido mejoras y la mayoría de las actividades de construcción son manuales lo que representa demasiada improvisación y poca planificación donde es muy común errores técnicos y mala aplicación y rendimiento de los materiales. Por lo que se opta por un sistema prefabricado para poder optimizar el tiempo y el manejo de los materiales y facilitando el proceso de construcción.

El sistema prefabricado busca ser lo más básico posible en cuanto a cantidad de piezas y a manejo de estas en el proceso de prefabricación y en obra, el diseño de las piezas se basa en dimensiones y pesos que sean fáciles para manejar por un grupo de operarios y que permitan una manipulación segura.

La industrialización de la vivienda es el único camino posible para satisfacer la urgente demanda de vivienda social en Colombia, los procesos de construcción actuales son totalmente manuales y toman mucho tiempo por lo que es muy importante involucrar técnicas y procesos que faciliten la construcción.

Las dimensiones de las piezas están pensadas para que puedan ser transportadas fácilmente a lugares de obra inaccesibles ya que la mayor dimensión es de una viga de 3,2m por lo que en un elemento que puede llevarse en cualquier medio de transporte, en el lugar de la obra solo es necesaria una grúa pequeña de carga de 600kg. El equipo de trabajo es pequeño a que en el montaje de estructura se necesita solo cuatro personas.

No hay diseño específico de muros divisorios o de acabados ya que esto depende directamente de cada usuario y de las diversas variables de cada lugar de implantación del proyecto, en este sentido la implantación tiene muchas opciones por lo que el sistema puede adaptarse a otros sistemas de muros y de instalaciones. Para realizar redes de instalaciones hay que demoler la losa de entrepiso ya que el sistema no tiene diseñado un punto específico para conectar las instalaciones y redes.

El rendimiento de materiales se optimiza y la prefabricación garantiza la menor cantidad de desperdicio lo que significa una disminución en los precios de la vivienda, otro aspecto que disminuye los costos es que se necesita menos mano de obra y por menor tiempo.

La variedad de paneles permite una generar muchas configuraciones en cuanto al cerramiento exterior adaptando el sistema a muchos entornos donde a partir de vanos y llenos se genera una gran diversidad de propuestas en cuanto a fachadas. Además que con elementos modulares y el tipo de anclajes es posible adaptar una vivienda que ya este consolidada.

BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de vivienda ciudad y territorio, *Colombia: 100 años de políticas habitacionales*. Carlos García Toboán. Bogotá, abril del 2014. ISBN 978-958-57464-1-1

Luis Fernando Figue. *Vivienda social en Colombia políticas públicas y habitabilidad en los años 90*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 2006.

German agency for technical cooperation. *Políticas de vivienda de interés social orientadas al mercado: experiencias recientes con subsidios a la demanda en Chile, Costa Rica y Colombia*. Editorial: CEPAL. Santiago de Chile: CEPAL / Naciones Unidas. 2000. ISBN 9213216106

Rosa Braco. *Condiciones de vida y desigualdad social una propuesta para la selección de indicadores*. BID, BIRF. Taller sobre indicadores de desarrollo social, Buenos Aires, Argentina, 2000.

Ana María Osorio. *Dimensión ambiental y problemáticas urbanas en Colombia (1960-2010)*. Universidad Javeriana de Colombia. Bogotá, Colombia. 25 de enero del 2011.

Cesar Caballero, María García, Sara Velez. *Pobreza y desigualdad: Un balance de la información disponible*. Friedrichsbert – Fescol. Bogotá, Colombia. Julio del 2011.

Centro de investigación sobre dinámica urbana, Universidad Externado de Colombia. *Ciudad, espacio y población: el proceso de urbanización en Colombia*. Apoyo técnico: UNFPA. Bogotá, agosto del 2007. ISBN 978-958-98543-0-3.

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. *Los materiales en la construcción de vivienda de interés social*. Bogotá, D.C. Colombia, 2011. ISBN 978-958-8491-46-2

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, *Calidad en la vivienda de interés social*. Consultor: Aincol. Bogotá, D.C. Colombia. ISBN 978-958-8491-47-9.

Harold Banguero, Carlos Castellar. *La población colombiana: dinámica y estructura*. Universidad del Valle, Colombia 2003.

Carlos Castellar, Harold Banguero. *Transición demográfica en Colombia (1938-2025)*. Universidad del Valle. Colombia. 1991. ISBN 9589047645

Carlos E. Montealegre. *Economía de la madera caso Colombia*, Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.

Unión temporal construcción sostenible, fundación FIDHAP. *Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana*. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Bogotá, D.C. Colombia, 2012. ISBN: 978-958-8491-58-5

David Hernández Falagán. *Construcción social de la vivienda*. Edición: Funcoal. 2011. ISBN 978-84-614-5385-6

Guillermo López, Zaida Muxí, Anna Puigjaner. *Elemental reflexiones en torno a la vivienda mínima*. Ediciones ETSAB volumen 5. Barcelona 2004. ISBN 8460801403.

Booqs publishers bvba. *Prefab houses*. Editorial: Loft publications. Noviembre 2011. ISBN 978-94-6065-053-6

Julián Salas Serrano. *Contra el hambre de vivienda: soluciones tecnológicas latinoamericanas*. Bogotá, 1992. ISBN 978-9589082690

Julián Salas Serrano. *La industrialización posible de la vivienda latinoamericana*. Bogotá, Colombia. 2000. ISBN 9589082963

Alejandro Aravena, Andres Lacobelli. *Elemental: manual de vivienda incremental y diseño participativo*. Edición: Hatje Cantz. 2012. ISBN 978-3-7757-3460-8

Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10*. Ministerio de vivienda y desarrollo territorial. Bogotá, D.C. Colombia. Marzo del 2010.

Bellanith Vargas Garzón. *Industrialización de la construcción para la vivienda social*. Revista Nodo No. 3 volumen 2. Facultad de arquitectura, universidad Antonio Nariño. Diciembre del 2007.

Christian Schittich. *In detail: Small structures*. Servicios editoriales: Cornelia Hellstern, Cosima Strobl, Melanie Webber. Munich, Alemania. 2010. ISBN: 978-0346-0283-9

Javier Terrados Cepeda. *Prefabricación ligera de viviendas*. Instituto universitario de arquitectura y ciencias de la construcción, universidad de Sevilla. Sevilla. 2012. ISBN: 978-84-472-1475-4

Centre de cooperació per al desenvolupament – UPC. *Un techo para vivir, programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo CYTED*. Coordinador: Pedro Lorenzo. Primera edición, marzo del 2005. ISBN 84-8301-801-2

Luis Moya Gonzales. *La vivienda social en Europa. Alemania, Francia y Países Bajos desde 1945*. Edición: Maireia libros. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. ISBN 978-84-936485-3-4

Pascual Urbans Brotóns. *Construcción de estructuras de hormigón armado*, 5ta edición, editorial club universitario. San Vicente – Alicante. ISBN 978-84-8454-818-8

Investigaciones y/o seminarios

Pablo Garce Alvez y Alvaro Serrano Lopez. *El mercado de los materiales de construcción en Colombia*. ICEX estudios de mercado. Octubre 2015.

DANE. *Boletín del censo general de Colombia del 2005*, Bogota. 2005.

Christian Escrig Perez. *Evolución de los sistemas de construcción industrializados a base de elementos prefabricados de hormigón*. Departamento de materiales y estructuras a la ingeniería, UPC.

Fundación ciudad humana. *Seminario ciudades y cambio climático, plan nacional de desarrollo 2010-2014*. Bogotá, Colombia. 28 de julio del 2011.

Artículos

Revista Portafolio. *Artículo: Precio de la vivienda prioritaria en Colombia*. 11 de diciembre del 2012.

El Tiempo digital. *Artículo: Pobreza y desigualdad. Superación de la pobreza*. Autor: Alejandro Ramírez Peña. 25 de marzo del 2015.

Revista: Credencial historia. *Artículo El campo y la ciudad: Colombia de país rural a país urbano*. Autor: José Quinto Rueda Plata, Bogotá noviembre de 1999.

Estudios económicos de la OCDE Colombia 2015. *Reformas para un crecimiento más inclusivo*. 19 de enero del 2015.

Revistas

Revista Tectónica No 3 "in situ". Madrid: ATC ediciones, S.L. 1995, ISSN: 1136-0062

Revista Tectónica No 25 "hormigón III". Madrid: ATC ediciones, S.L. 1995, ISSN: 1136-0062

Revista Tectónica No 38 "Industrialización". Madrid: ATC ediciones, S.L. 2012, ISSN: 1136-0062

Revista Tectónica No 5 "Prefabricados". Madrid: ATC ediciones, S.L. 1997, ISSN: 1136-0062

Evolución de las tecnologías de construcción aplicadas a arquitectura escolar. Barcelona. ETSAB, UPC Informes de la construcción Vol. 62. Octubre – diciembre 2010, ISSN: 0020-0883.

Revista Detail No. 12 “Prefabricados”. Editor: Christian Schittich. Editorial en España: Reed Business Information. 2012 ISSN 1578-5769

Revista de ingeniería de la universidad de los Andes. Clemencia Escallon. *La vivienda de interés social en Colombia, principios y retos, foro internacional de la vivienda en América latina*. Universidad de los Andes. Bogotá 10 de febrero del 2012. ISSN 0121-4993

Meteorología Colombiana. “*Caracterización y zonificación climática de la región andina*”. German Narvaez Bravo, Gloria Leon Aristizabal, Bogotá, Colombia. 2001. ISSN 0124-6984

Revista INVI. Vol 20 No 55. *La habitabilidad de la vivienda de interés social en Colombia: Un enfoque en los procesos y las decisiones*. Autor: Luis Fernando Fique. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia. 2005.

Revista S&T. 11(24). Citación: Andrea Baena, Camilo Olaya. “*Vivienda de Interés Social de calidad en Colombia: hacia una solución integra*”. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. 2013.

Boletín Camacol. Análisis del mercado internacional del hierro y acero, estudios económicos. Edición: Camacol, Bogotá julio del 2014.

Trabajos académicos

Pablo Gonzales Rozo. *El clima y principios de diseño arquitectura bioclimática en los andes tropicales*. Barcelona, UPC. 2010, master en arquitectura sostenible.

Cristian Fuentes Aguilar, Julia Marco Navarro. *Proyecto de vivienda de interés social en bahareque encementado en el municipio de Villamaria, Colombia*. Barcelona, EPSEB, UPC. Convocatoria 2012 – 2013, proyecto final de grado, grado de ingeniería en la edificación.

Jorge Andres Gonzales, Aldo Farid Londoño. *Guía técnica para proyectos de construcción en vivienda de interés social*. Bucaramanga Colombia, 2007. Monografía para optar al título de especialización. Especialización en gerencia e interventora. Universidad Pontificia Bolivariana.

Páginas web consultadas:

Fachada perfectible. A: construible.es. 10 de febrero del 2012 [Consultada 15 de febrero del 2016; 16:53]. Disponible a:< <https://www.construible.es/articulos/fachada-perfectible>>

M. Soledad Bua Albarran, Melisa Rodulfo, prototipo de vivienda de interés social (Neuquen y Varvaco, Argentina). A: arquimaster.com.ar. 2010 [Consultada 3 de enero del 2016; 11:28]. Disponible a: < <http://www.arquimaster.com.ar/galeria/obra235.htm>>

Arcenio Ignacio Salgado, viviendas económicas de ferrocemento. A: cubasolar.cu [Consultada 15 de enero del 2016; 09:42] Disponible a: <<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar/Ecosolar49/HTML/Articulo03N.html>>

Ovacen, casas prefabricadas y modulares. A: ovacen.com: 13 de junio del 2015 [Consultada 10 de enero del 2016; 10:20] Disponible a: < <http://ovacen.com/casas-prefabricadas-y-modulares/>>

Juan Miguel Crespo, sistemas estructurales para casas prefabricadas. A: casasprefabricadas24.com: enero 13 del 2014 [Consultada 2 de febrero del 2016; 13:09] Disponible a: <<http://www.casasprefabricadas24.com/sistemas-estructurales-para-casas-prefabricadas/>>

Juan Miguel Crespo, casas de hormigón prefabricadas. A: casasprefabricadas24.com: octubre 24 del 2013 [Consultada 3 de febrero del 2016; 21:30] Disponible a: <<http://www.casasprefabricadas24.com/casas-de-hormigon-prefabricadas/>>

Gonzalo Duque Escobar, Sismos y volcanes en Colombia, documento de trabajo, universidad Nacional de Colombia, A: bdigital.unal.edu.co 2010 [Consultada 15 de enero del 2016; 23:05] Disponible a: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1685/>

Estructuras, cerramientos, y materiales de impermeabilización: Prefabricados utilizados en sistemas estructurales. A: construmatica.com[Consultada 18 de abril del 2016; 18:00] Disponible a: <http://www.construmatica.com/construpedia/Tecnolog%C3%ADa_de_la_Construcci%C3%B3n_-_Estructuras,_Cerramientos_y_Materiales_de_Impermeabilizaci%C3%B3n:_Prefabricados_Utilizados_en_Sistemas_Estructurales>

Final report summary – SAFECAST (Performance of innovative mechanical connections in precast buildings structures under seismic conditions). A: cordis.europa.eu [Consultada: 25 de abril del 2016; 14:00] Disponible a: <http://cordis.europa.eu/result/rcn/58183_en.html>