

**ESTUDIO DE MERCADO, VIABILIDAD E INTERÉS ECONÓMICO
DE LA PROMOCIÓN DE VIVIENDAS SISMO RESISTENTES EN
GUADUA EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI - COLOMBIA**

ERNESTO MARULANDA GUEVARA

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN
MÁSTER EN GESTIÓN DE LA EDIFICACIÓN
VALENCIA - 2013**

**ESTUDIO DE MERCADO, VIABILIDAD E INTERÉS ECONÓMICO
DE LA PROMOCIÓN DE VIVIENDAS SISMO RESISTENTES EN
GUADUA EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI - COLOMBIA**

ERNESTO MARULANDA GUEVARA

DIRECTOR:

JAVIER BENLLOCH MARCO, Ph.D.

CODIRECTOR:

RAFAEL DE LA CUADRA RIBES

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN

MÁSTER EN GESTIÓN DE LA EDIFICACIÓN

VALENCIA – 2013

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus más sinceros agradecimientos a:

Mi familia por brindarme su apoyo incondicional.

Mi abuela por sus innumerables oraciones y bendiciones.

Mis tutores Javier Benlloch Marco y Rafael de la Cuadra Ribes por sus opiniones y comentarios para la realización de este trabajo.

Al ingeniero Carlos Enrique Madriñán Mejía por su orientación para la realización de un sueño.

La Piccolina por su alegría, compañía, apoyo, viajes y momentos inolvidables durante mi estadía en Valencia.

Mis 21 compañeros del Máster por su unidad, amistad, enorme acogida, enseñanzas y momentos gratificantes.

Los profesores del Máster por aportar sus conocimientos y facilitar mi formación como profesional.

Mis entrañables amigos de Cali: Harold, Jhon y Santiago por las aventuras y anécdotas inolvidables en Valencia.

La Universidad Politécnica de Valencia (UPV) por su aceptación en el Máster de Gestión de la Edificación.

La Cámara Colombiana de la Infraestructura (CAMACOL), Departamento Administrativo de Planeación Municipal de Santiago de Cali, Subdirección de Ordenamiento Urbanístico del Municipio de Santiago de Cali, Banco Davivienda y la Curaduría Urbana No. 3 por brindar la información necesaria para la realización de este trabajo.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra forma intervinieron en la realización de un sueño, y aportaron en las vivencias que nunca olvidaré durante mi estadía en la ciudad de Valencia.



TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	El Problema	2
1.2.	Objetivos	3
1.3.	Justificación	4
1.4.	Organización del Documento	5
2.	EL MATERIAL	7
2.1.	Descripción General.....	7
2.2.	Morfología	8
2.3.	Propiedades Mecánicas	13
2.4.	Aspectos Ambientales.....	15
2.5.	Aspectos Sociales.....	17
3.	ANTECEDENTES	19
3.1.	Antecedentes Locales	21
3.1.1.	Roofs Instead of Tents: A Reconstruction Project in The Colombian Coffee Zone After The Earthquake of January 25 th , 1999 (Tistl, et al., 2001). 21	
3.1.2.	Structural Adequacy of Traditional Bamboo Housing in Latin America (Gutierrez, 2000).....	22
3.1.3.	Perspectivas del Bambú para la Construcción en México (Ordoñez C., 1999).....	23
3.1.4.	Plan Habitacional Para las Zonas Urbano Marginales del Cantón Milagro en Base a Una Estructura Mixta: Metálica – Bambú – Cemento (Ochoa G., y otros, 2004).....	24
3.2.	Antecedentes Internacionales	24
3.2.1.	Guidelines for Building Bamboo – Reinforced Masonry in Earthquake-Prone Areas in India (Iyer, 2002).	24
3.2.2.	Seismic Testing of a Bamboo Based Building System (Jayanetti).25	



3.2.3. Utilización del Bambú (Guadua Angustifolia KUNTH) (Bambusoideae: Gramineae) Como Una Alternativa Sostenible de Construcción de Viviendas en la Zona Atlántica de Costa Rica (Rodriguez, et al., 2006).....	26
3.3. Estado del Arte	27
3.3.1. Actualidad y Futuro de la Arquitectura de Bambú en Colombia. Simón Vélez: “Símbolo y Búsqueda de lo Primitivo” (Salas Delgado, 2006) 27	
3.3.2. Bambú: Recurso Sostenible para Estructuras Espaciales (Obermann, et al., 2004).	28
3.3.3. Seismic Performance of Bamboo Structures (Sharma, 2010)	30
3.3.4. Design and Construction of Modern Bamboo Bridges (Xiao, y otros, 2010) 31	
4. GENERALIDADES DEL SECTOR	32
4.1. Información General del Municipio de Cali	32
4.1.1. Economía	34
4.1.2. Demografía.....	38
4.1.3. Vivienda.....	42
4.2. Déficit de Vivienda en la ciudad de Cali	45
4.3. Usos del Suelo	49
De conformidad con lo dispuesto en el Capítulo IV de la Ley 388 de 1997, el suelo del Municipio de Santiago de Cali se clasifica en urbano, de expansión urbana, rural, suburbano y de protección.	49
4.3.1. Suelo Urbano.....	49
4.3.2. Suelo de Expansión Urbana	50
4.3.3. Suelo Rural.....	50
4.3.4. Suelo Suburbano	50
4.3.5. Suelo de Protección.....	51
4.4. Zonas de Expansión	51
4.5. Planes Parciales	53
4.6. Geología Local.....	54



4.6.1.	Marco Sismo Tectónico	55
4.6.2.	Respuesta Sísmica Local	60
4.7.	Comportamiento del Sector de la Construcción de Vivienda en Cali ...	62
4.8.	Sistemas Constructivos en la Ciudad de Cali	65
5.	ESTUDIO DE MERCADO	69
5.1.	Alcance y Objetivos del Estudio de Mercado.....	70
5.1.1.	Alcance.....	70
5.1.2.	Objetivos.....	70
5.2.	Diseño de la Investigación y Fuentes de Datos	71
5.2.1.	Investigación de Mercados Exploratoria.....	71
5.2.1.1.	Oferta de Vivienda en Cali	72
5.2.1.2.	Caracterización de las viviendas.....	74
5.2.1.3.	Análisis y Determinación del Mercado Potencial.....	76
5.2.1.4.	Análisis Socioeconómico del Mercado Potencial	81
5.2.1.5.	Análisis y Determinación del Mercado Efectivo.....	85
5.2.1.6.	Análisis del Precio del Producto	88
5.2.1.7.	Análisis del Precio de Vivienda Zona Norte	89
5.2.1.8.	Análisis del Precio de Vivienda Zona Sur	89
5.2.1.9.	Análisis del Precio de Vivienda Zona Este.....	90
5.2.1.10.	Análisis del Precio de Vivienda Zona Oeste	91
5.2.2.	Investigación de Mercados Concluyente.....	93
5.2.2.1.	Diseño de la Encuesta	93
5.2.2.2.	Análisis de Datos.....	98
5.3.	Análisis Estratégico de la Competencia	102
5.4.	Estrategia de Comunicación y Comercialización	105
5.5.	Matriz DAFO	106
6.	ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA	107
6.1.	Compra del Predio	108
6.2.	Impuestos	108



6.2.1.	Impuesto predial	109
6.2.2.	Sobretasa ambiental.....	110
6.2.3.	Sobretasa bomberil.....	111
6.2.4.	Impuesto de registro Gobernación del Valle del Cauca	112
6.2.5.	Registro en Oficina de Instrumentos Públicos	112
6.2.6.	Impuesto de industria y comercio	113
6.2.7.	Impuesto complementario de avisos y tableros	114
6.2.8.	Impuesto de publicidad exterior visual	115
6.2.9.	Impuesto de delineación urbana	116
6.2.10.	Retención en la Fuente.....	117
6.2.11.	Impuesto del Valor Agregado (IVA)	119
6.3.	Honorarios de Especialistas.....	120
6.3.1.	Honorarios de Topografía.....	120
6.3.2.	Honorarios del Ingeniero Eléctrico	121
6.3.3.	Honorarios del Arquitecto	121
6.3.4.	Honorarios del Ingeniero Estructural.....	123
6.3.5.	Honorarios de Estudios Geotécnicos.....	124
6.3.6.	Honorarios del Director de Proyectos	125
6.3.7.	Honorarios del Ingeniero Residente de Obra.....	126
6.4.	Licencias y Autorizaciones	127
6.4.1.	Licencia de Urbanización.....	127
6.4.2.	Licencia de Construcción.....	128
6.4.3.	Licencia Ambiental	129
6.5.	Construcción	130
6.6.	Ventas y Publicidad.....	132
6.6.1.	Ventas	132
6.6.2.	Publicidad.....	134
6.7.	Financiación.....	135
6.8.	Análisis de Resultados	138



7.	CONCLUSIONES.....	143
8.	RECOMENDACIONES	147
9.	ANEXOS	148
10.	BIBLIOGRAFÍA	149



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Recinto del Pensamiento en la ciudad de Manizales (Colombia)	5
Figura 2. Genealogía de la Guadua Angustifolia	7
Figura 3. Distribución Geográfica de las diferentes especies de Bambú	8
Figura 4. Morfología general de la guadua	11
Figura 5. Morfología de la guadua según el Centro Nacional para el Estudio del Bambú. (Carvajal, et al., 1981)	12
Figura 6. Reforestación de cuencas hidrográficas con cultivos de guadua.....	16
Figura 7. Daños provocados por el sismo de Armenia en 1999.	20
Figura 8. Proceso constructivo de las viviendas promovidas por la GTZ en el eje cafetero después del sismo de 1999.	22
Figura 9. Sistema de viviendas de bambú desarrollado por TRADA - IPIRTI. Montaje sobre la mesa vibratoria de seis grados de libertad	25
Figura 10. Diseño de una vivienda tipo en bambú para la población indígena de Yorkín.	26
Figura 11. Pabellón Zeri en Manizales (Colombia)	27
Figura 12. Puente diseñado por el arquitecto Simón Vélez para el hotel Crosswaters Ecolodge (China).....	28
Figura 13. Catedral de guadua en la ciudad de Pereira (Colombia)	28
Figura 14. Propuesta del sistema de uniones para estructuras espaciales	29
Figura 15. Montaje a escala real de una cúpula geodésica con novedoso sistema de unión en acero.	30
Figura 16. Construcción y prueba de carga de un puente con vigas de bambú laminado en China	31
Figura 17. Localización y límites de la ciudad de Santiago de Cali.....	32
Figura 18. Establecimientos según actividad económica	35
Figura 19. Establecimientos según escala de personal por actividad económica	36
Figura 20. Establecimientos según escala de personas ocupadas el mes anterior al censo.	36
Figura 21. Porcentaje de hogares con actividad económica.....	37
Figura 22. Participación porcentual según el estrato.	38
Figura 23. Población de la ciudad de Santiago de Cali por sexo.	39
Figura 24. Pertenencia étnica	39
Figura 25. Estructura de la población por sexo y grupos de edad.	40
Figura 26. Distribución de la población según lugar de nacimiento.	40



Figura 27. Causa cambio de residencia en los últimos cinco años.....	41
Figura 28. Porcentaje de personas viviendo en el exterior.	41
Figura 29. Nivel educativo en la ciudad de Cali.....	42
Figura 30. Número de personas por vivienda y hogar según el estrato socioeconómico.	43
Figura 31. Tipos de Vivienda.....	43
Figura 32. Servicios con que cuenta la vivienda.....	44
Figura 33. Promedio de personas por hogar.	44
Figura 34. Hogares según número de personas.	44
Figura 35. Déficit de vivienda en la ciudad de Cali - DANE 2005	47
Figura 36. Evolución del déficit de vivienda en la ciudad de Cali - Años 2000 - 2005 - 2009.....	48
Figura 37. Fuentes potenciales de sismicidad, asociadas a la subducción.	57
Figura 38. Fuentes potenciales de sismicidad, asociadas a fallas corticales...58	
Figura 39. Principales sistemas de falla en Colombia	59
Figura 40. Mapa de zonificación sísmica de Colombia y localización de la ciudad de Cali en zona de amenaza sísmica alta.	61
Figura 41. Comportamiento de ventas de vivienda en la ciudad de Cali y su área de influencia 2009 - 2012.....	63
Figura 42. Unidades de viviendas lanzadas en Cali y su área de influencia 2010 – 2012.....	64
Figura 43. Definición de la capacidad de disipación de energía según la NSR-10.....	66
Figura 44. Número de viviendas iniciadas en Cali anualmente y de acuerdo con el tipo de sistema constructivo.....	67
Figura 45. Número de viviendas iniciadas en Cali de acuerdo al tipo de vivienda y al tipo de sistema constructivo para el período 2007 - 2012	68
Figura 46. Procedimiento para la Investigación de Mercado	69
Figura 47. Unidades en oferta en Cali por VIS/NO VIS Período 2009 – 2012 .72	
Figura 48. Unidades en oferta en el Área de Influencia por VIS/NO VIS Período 2009 - 2012	72
Figura 49. Unidades vendidas en Cali por VIS/NO VIS Periodo 2009-2012	73
Figura 50. Unidades vendidas en el Área de Influencia por VIS/NO VIS Período 2009 - 2012.....	73
Figura 51. Condiciones de tenencia de la vivienda	74
Figura 52. Tipo de vivienda donde habita actualmente	75

Figura 53. Personas de diferentes estratos socioeconómicos que NO desean adquirir vivienda.	76
Figura 54. Personas de diferentes estratos socioeconómicos que SI desean adquirir vivienda.	77
Figura 55. Porcentaje de personas de diferentes estratos socioeconómicos que desean adquirir como propiedad raíz una vivienda.	77
Figura 56. Porcentaje de personas de diferentes estratos socioeconómicos que desean adquirir como propiedad raíz un lote.	78
Figura 57. Zonas donde las personas desean vivir en la ciudad de Cali.	78
Figura 58. Gasto promedio de los hogares en la ciudad de Cali en Euros	83
Figura 59. Localización Zona Norte de la ciudad de Cali.	88
Figura 60. Diseño arquitectónico de la vivienda tipo 1.....	94
Figura 61. Isometría y diseño arquitectónico de la vivienda tipo 1.....	95
Figura 62. Diseño arquitectónico de la vivienda tipo 2.....	95
Figura 63. Isometría y diseño arquitectónico de la vivienda tipo 2.....	96
Figura 64. Entramado de muros en guadua sobre cimientos en hormigón.	96
Figura 65. Acabados interiores en la cocina – placa de fibrocemento.	97
Figura 66. Acabados interiores en baños - placa de fibrocemento.	97
Figura 67. Acabados interiores en la sala - placa de fibrocemento.....	98
Figura 68. Nivel socioeconómico de las personas encuestadas en la fase concluyente.....	98
Figura 69. Estado civil de las personas encuestadas en la fase concluyente. .	99
Figura 70. Sexo de las personas encuestadas en la fase concluyente.....	99
Figura 71. Porcentaje de personas que identifican si viven o no en una zona de alto riesgo sísmico.	100
Figura 72. Porcentaje de personas que saben o no acerca de la sismo resistencia de la guadua.	100
Figura 73. Porcentaje de personas que desearían comprar una vivienda con materiales de bajo costo y amigables con el medio ambiente.	101
Figura 74. Participación de los segmentos de insumos en la edificación de una vivienda (%).	130
Figura 75. Flujo de caja inicial y flujo de caja con aportación de capital social.	138
Figura 76. Período de recuperación de la inversión (Pay-back)	139
Figura 77. Valor Actual Neto (VAN) de la promoción inmobiliaria.....	140



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Participación del Valor Agregado municipal por actividad económica en el PIB de Cali	35
Tabla 2. Número de viviendas, hogares y personas censo 2.005 y proyección al año 2.010	39
Tabla 3. Tipo de déficit habitacional en la zona urbana del municipio de Cali. .	46
Tabla 4. Listado de Planes Parciales en la ciudad de Cali.	54
Tabla 5. Ventas de vivienda en Cali por estrato Socioeconómico.	65
Tabla 6. Restricciones al uso de sistemas y materiales estructurales según la NSR-10.	66
Tabla 7: Material predominante en las paredes de las viviendas de la ciudad de Cali	75
Tabla 8. Material predominante en los pisos de las viviendas de la ciudad de Cali.	76
Tabla 9. Razones por las cuales las personas en la ciudad de Cali no han comprado la vivienda que desean.....	79
Tabla 10. Razones por la cuales las personas se motivarían a realizar la compra de una propiedad raíz.	79
Tabla 11. Características más importantes que las personas desean en sus viviendas.....	80
Tabla 12. Número de alcobas y de baños que desean las personas según el estrato socioeconómico.	81
Tabla 13. Actividad principal del jefe del hogar de acuerdo con el estrato socioeconómico.	81
Tabla 14. Porcentaje de personas que reconocen que el jefe del hogar se encuentra afiliado a una Caja de Compensación Familiar.....	81
Tabla 15. Ingresos promedio de los hogares en la ciudad de Cali.	82
Tabla 16. Distribución de demandantes según el estrato socioeconómico y disponibilidad a pagar por una vivienda.	84
Tabla 17. Condiciones de tenencia de la vivienda.....	85
Tabla 18. Características que más les gustaron de los proyectos a las posibles personas pertenecientes a la demanda efectiva.	85
Tabla 19. Características que menos les gustaron de los proyectos a las posibles personas pertenecientes a la demanda efectiva.	86



Tabla 20. Características que más desean las posibles personas pertenecientes al mercado efectivo acerca de los nuevos proyectos de vivienda.....	86
Tabla 21. Distribución de demandantes efectivos según el estrato socioeconómico y disponibilidad a pagar por una vivienda.	87
Tabla 22. Proyectos de vivienda nueva y costos por m ² en la Zona Norte de la ciudad de Cali.	89
Tabla 23. Proyectos de vivienda nueva y costos por m ² en la Zona Sur de la ciudad de Cali.	90
Tabla 24. Proyectos de vivienda nueva y costos por m ² en la Zona Este de la ciudad de Cali.	90
Tabla 25. Proyectos de vivienda nueva y costos por m ² en la Zona Oeste de la ciudad de Cali.	91
Tabla 26. Matriz de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO)	106
Tabla 27. Características del proyecto de vivienda nueva en Pesos Colombianos y Euros.	108
Tabla 28. Tarifas diferenciales para el pago del Impuesto Predial Unificado. .	110
Tabla 29. Valor del impuesto de publicidad exterior por m ² en Unidades de Valor Tributario (UVT)	116
Tabla 30. Valores de retención en la fuente en Unidades de Valor Tributario (UVT)	118
Tabla 31. Valores base para el cálculo de aportes y retención en la fuente. ...	119
Tabla 32. Referencia para el cálculo de honorarios básicos del arquitecto. ...	122
Tabla 33. Variación anual del costo de materiales que hacen parte de la mampostería y ponderación y contribución al crecimiento de la mampostería al ICCV.	131
Tabla 34. Variación anual del costo de materiales que hacen parte de la cimentación y estructuras y ponderación y contribución al crecimiento de la cimentación y estructuras en el ICCV.	131
Tabla 35. Valor en pesos del subsidio familiar para la adquisición de vivienda en función de los ingresos mensuales.	133
Tabla 36. Ritmo de ventas para viviendas tipo A y B y distribución de publicidad.....	134



1. INTRODUCCIÓN

El déficit de vivienda es un común denominador en los países de América Latina, y Colombia no se encuentra exenta de esta problemática. Sin embargo, aunque durante las últimas décadas el gobierno nacional ha realizado cambios institucionales y normativos en aras de garantizar el acceso a todos los colombianos hacia una vivienda digna, estos esfuerzos siguen siendo infructuosos debido a que el país aún mantiene una enorme brecha frente a una de las necesidades básicas de la población.

Es por ello que se deben reevaluar las políticas de acceso a la vivienda para la población menos favorecida, incentivando el uso de materiales de fácil disponibilidad, excelentes propiedades físicas y mecánicas, renovables y seguros como la *Guadua Angustifolia*, el cual reduce el costo total de construcción de las casas y aumenta la calidad de vida de sus usuarios. Este material ha sido utilizado desde tiempos inmemorables en países como Colombia, Ecuador, Perú, Panamá, Costa Rica y otros países de Asia y África, lo cual constituye una forma de construcción ancestral, cultural y sobre todo, acorde a la vulnerabilidad sísmica de la zona.

De otra parte, investigaciones subsecuentes al terremoto del 25 de Enero de 1999 en Armenia (Quindío), dieron a conocer al gremio de la construcción, a organismos de control de desastres y al estado, que la guadua debe impulsarse en mayor medida para la realización de proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS), debido a las reducidas pérdidas humanas y materiales que se produjeron durante el evento sísmico en zonas que habían implementado sistemas constructivos con este material.

La metodología del presente proyecto de investigación se basa en realizar una actualización del estado del arte en materia de nuevas técnicas de construcción sísmo resistente con un material como la *Guadua Angustifolia*. Además, de un estudio de mercado y viabilidad para impulsar su implementación en proyectos inmobiliarios o de Vivienda de Interés Social (VIS) en la ciudad de Santiago de Cali.



1.1. El Problema

A nivel mundial los avances tecnológicos en la construcción han sucedido con gran lentitud debido a la dificultad de la introducción de nuevas tecnologías en el sector. Sin embargo, durante toda la historia han ocurrido cambios en los diseños, maquinaria y materiales que han llevado a su industrialización y a la realización de proyectos inimaginables con mayor resistencia y durabilidad. No obstante, en zonas menos favorecidas de la población la falta de recursos económicos, la ausencia de asesoría técnica y acompañamiento por parte de los gobiernos, la carencia de oportunidades, entre otras, ha hecho que las personas incurran en el mal manejo de dichos materiales y en el uso de prácticas indebidas de construcción.

Los mecanismos a través de los cuales el gobierno nacional ofrece oportunidades de vivienda a ciertos sectores con bajos recursos económicos como por ejemplo las VIS, han evidenciado un retroceso en el desarrollo de esta materia, gracias al endeudamiento de sus usuarios con entidades financieras, bajos estándares en la calidad de los materiales de construcción, reducido espacio físico, escasa planificación urbana, acceso limitado a servicios públicos y, en muchos casos, evidente vulnerabilidad sísmica en zonas de amenaza alta.

La ciudad de Santiago de Cali se encuentra ubicada al Sur-Occidente Colombiano en el denominado Segmento de los Andes del Norte, sobre el cual confluyen las placas tectónicas Caribe, Nazca y Sudamérica. Lo cual la convierte en una de las principales ciudades del país con alta vulnerabilidad sísmica y gracias a que durante las últimas décadas se ha tenido un vertiginoso desarrollo en el sector de la construcción, se hace latente un estudio desde el punto de vista técnico, económico y social para la implementación de VIS con materiales de bajo costo como la guadua y el bahareque con características sismo resistentes para suplir el déficit de vivienda en la ciudad.

Si bien, surge entonces la necesidad de plantear e incentivar como logro final en el presente proyecto de investigación, el uso de prácticas constructivas con materiales autóctonos, para la promoción de viviendas que mejoren la calidad de vida de los sectores menos favorecidos en la ciudad de Cali y a su vez, marquen el sendero hacia un modelo de desarrollo sostenible en nuestro país.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Realizar un estudio de mercado, viabilidad e interés económico para la promoción de viviendas sismo resistentes y de bajo costo construidas con *Guadua Angustifolia*, con el propósito de reducir el déficit de Viviendas de Interés Social (VIS) en la ciudad de Santiago de Cali – Colombia.

1.2.2. Objetivos específicos

- Recopilar información y analizar antecedentes y el estado del arte acerca de la implementación de la *Guadua Angustifolia* en proyectos inmobiliarios y/o de construcción de bajo impacto ambiental a nivel nacional e internacional.
- Estudiar las propiedades físicas y mecánicas, aspectos sociales, económicos y características sismo resistentes de la *Guadua Angustifolia* para su implementación en proyectos de construcción de viviendas en la ciudad de Santiago de Cali - Colombia.
- Desarrollar un estudio de mercado para la promoción de Viviendas de Interés Social (VIS) en la ciudad de Cali – Colombia, utilizando metodologías y/o sistemas constructivos con materiales de bajo costo como la *Guadua Angustifolia*.
- Desarrollar un estudio de viabilidad e interés económico para la implementación la *Guadua Angustifolia* en un proyecto inmobiliario de Viviendas de Interés Social (VIS) en la ciudad de Cali – Colombia.

1.3. Justificación

De acuerdo con la literatura consultada, a nivel mundial existen alrededor de 1.450 especies de bambú con un 64% originada en el Sudeste Asiático, mientras que en Latinoamérica existen 440 especies nativas, dentro de las cuales se encuentra la especie *Guadua Angustifolia* que ha tenido un amplio uso por parte de diversos pueblos indígenas, incluso muchos siglos antes de la conquista del continente Americano. Colombia es uno de los países que mayor beneficio ha sacado de esta planta, como por ejemplo, en las regiones del eje cafetero o Viejo Caldas (ahora los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda) donde se construyeron pueblos enteros y se desarrolló una amplia arquitectura entorno a este material.

En relación con su crecimiento, la guadua puede alcanzar 30,0 m de altura en solo cinco años. Su manejo silvicultural también registra buenos rendimientos pues se estima que la especie logra, en tan solo seis meses, una altura de hasta 12,0 m, y alcanza su madurez después de tres años. De hecho, se puede explotar industrialmente entre los 18 y 24 meses, lo cual la convierte en una materia prima abundante y de fácil acceso si se compara con la madera cuyo aprovechamiento puede tardar entre 10 y 20 años (M&M, 2011).

Es de reconocer, y con el apoyo de diversos estudios experimentales, las excelentes características mecánicas que tiene la guadua tanto a compresión como a tracción gracias a su estructura vegetal y a la distribución de las células fibrosas. Este tipo de propiedades hacen que la guadua se presente como un material alternativo de construcción y sea atractivo para aplicaciones de diseño en ingeniería que incluyan elementos sometidos a estas condiciones de carga (Ciro Velásquez, et al., 2005). Además, de las enormes bondades de esta planta desde el punto de vista económico, social y ambiental.

Por otra parte, los inminentes desastres naturales que actualmente se están presentando a nivel mundial representan una amenaza para la supervivencia de los pobladores de Latinoamérica, Asia y África. Es así como se busca una alternativa rápida, económica y ambientalmente amigable que garantice el bienestar del individuo. De otra parte, la importancia de proponer un modelo de vivienda sostenible radica, no sólo en satisfacer las expectativas de vivienda de los habitantes, sino también pretender hacer el mínimo impacto de las

construcciones en el ambiente, llevándolas a formar parte de la naturaleza. Para lograrlo, debemos entender el comportamiento del entorno y realizar un estudio del paisaje, la hidrología, vegetación, clima y fuentes de energía, con el propósito de desarrollar un diseño consecuente con la naturaleza (Rodríguez, et al., 2006).

Finalmente, el arquitecto colombiano Simón Vélez ha logrado demostrar a través de sus obras los múltiples procesos constructivos a los cuales se puede adaptar la guadua y el avance significativo que se podría tener con ésta para la construcción de estructuras de gran envergadura. Un ejemplo de ello es el Recinto del Pensamiento en Manizales o pabellón Zeri (**Figura 1.**), el cual fue construido para la feria de Hannover en el año 2000 siendo sometido a pruebas de carga en las que este material demostró resistencias similares a las del hormigón.



Figura 1. Recinto del Pensamiento en la ciudad de Manizales (Colombia)

1.4. Organización del Documento

En el capítulo 2 se realiza una descripción de las características principales de la *guadua angustifolia*, su taxonomía, morfología y propiedades mecánicas que estimulan la realización de este proyecto de investigación. En el capítulo 3 se hace un recuento de los antecedentes locales e internacionales más importantes del tema. Se realiza un análisis muy particular acerca del uso de



este material en el sector de la construcción; los principales proyectos de investigación llevados a cabo para evaluar su sismo resistencia en estructuras, así como también se hace un recuento del estado del arte de algunos trabajos realizados recientemente a nivel mundial.

En el capítulo 4 se estudian diferentes aspectos de la ciudad de Cali que son de especial interés no solo para la implementación del presente proyecto de vivienda, sino también para cualquier tipo de promoción inmobiliaria.

En el capítulo 5 se plantean los objetivos del estudio de mercado, el cual está dividido en dos fases: La primera de ellas consiste en una investigación de mercados de tipo exploratoria, que consiste en la recopilación de información secundaria en diferentes entidades municipales relacionadas con el sector de la construcción; En la segunda fase se realizó una investigación de mercados de tipo concluyente, basada en una encuesta que permitió identificar la percepción que tienen los usuarios de viviendas de interés social del sector oriental de la ciudad sobre la construcción de un modelo de vivienda nueva, económica y construida con guadua. Además de lo anterior, se realiza un análisis de la competencia y el estudio de la Matriz de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO).

En el capítulo 6 se realiza el estudio de viabilidad económica donde se revelan todos y cada uno de los trámites documentales y de impuestos, con sus respectivos costos, que se deben tener en cuenta para la ejecución de una promoción inmobiliaria en la ciudad de Cali. También se detallan los costos aproximados de construcción, períodos de ejecución de la obra, certificaciones de consultoría y obra, honorarios de especialistas, ritmo de ventas, precios de venta en la zona, precios del mercado local y formas de financiación. Posteriormente, se realiza una evaluación de la rentabilidad del proyecto utilizando los métodos de Recuperación de la inversión (Pay-Back); Método del Valor Actual Neto (VAN) y Método de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Finalmente, en el capítulo 7 se expresan las conclusiones teniendo en cuenta los resultados analíticos obtenidos en los capítulos previos y, en el capítulo 8 se mencionan algunas recomendaciones y expectativas a tener en cuenta en futuras investigaciones a nivel nacional e internacional.

2. EL MATERIAL

2.1. Descripción General

El *Bambusoideae* o comúnmente denominado bambú pertenece a una subfamilia de plantas de hoja perenne que integra a la familia de las Gramíneas o *Poaceae*, calificada como una de las familias botánicas más extensas e importantes para el hombre. Existen más de 70 géneros divididos en aproximadamente 1.450 especies, de las cuales se cultivan rutinariamente 50 (Hunter, 2003) entre ellas, la denominada *Guadua Angustifolia* que ha tenido un amplio uso en las regiones andinas gracias a sus propiedades mecánicas y características físicas (**Figura 2.**). Esta planta se ha adaptado a diversos ecosistemas, desarrollándose en zonas geográficas tropicales y subtropicales con climas templados en países de Asia, África y América, configurando una franja por encima de los 45° Latitud Norte y Sur (**Figura 3.**), además de encontrarse desde el nivel del mar hasta un máximo de 2.600 m, sobre todo en las bajas altitudes (0 – 1.500 m) y en las regiones húmedas. Los únicos lugares en donde esta especie no crece espontáneamente son Chile y las islas del Caribe. (Judziewics, et al., 1999).

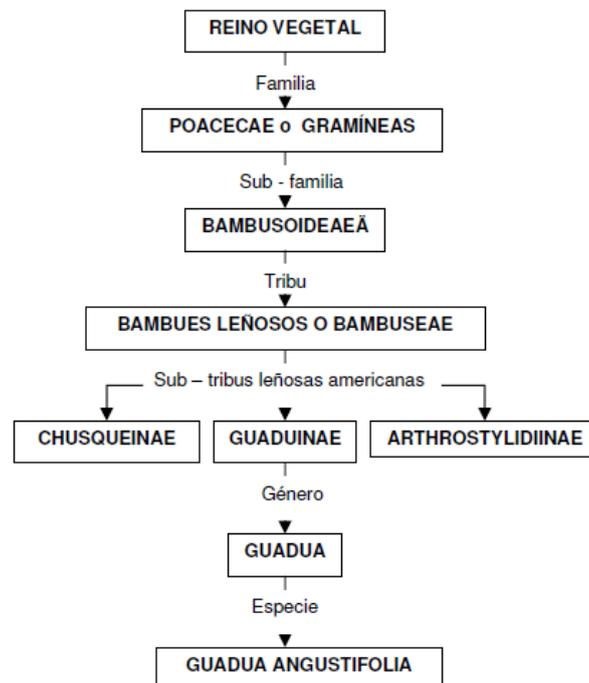


Figura 2. Genealogía de la *Guadua Angustifolia*

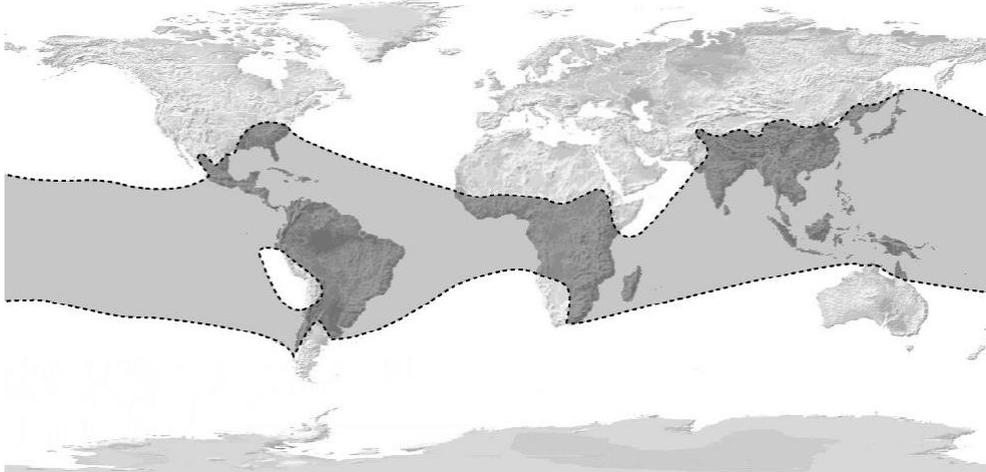


Figura 3. Distribución Geográfica de las diferentes especies de Bambú

2.2. Morfología

Estas plantas tienen una amplia diversidad morfológica de acuerdo con las características medioambientales de cada región, algunas especies tienen un crecimiento extremadamente rápido de 100 cm en 24 horas y la mayoría de ellas alcanzan su total crecimiento en una sola estación. No obstante, presentan algunas peculiaridades en su estructura que se compone principalmente de:

- **Rizoma**

Es un eje segmentado típicamente subterráneo con capacidad de absorción que constituye la estructura de soporte de la planta. Ayuda principalmente a la percolación del agua y a controlar la erosión amarrando el suelo y los barrancos a la orilla de ríos y carreteras (**Ver Figura 4.**).

- **Tallo o Culmo**

Es el eje aéreo segmentado que emerge del rizoma. Este término se emplea principalmente cuando se hace referencia a los bambúes leñosos. Es la porción más útil de un bambú.

El tallo consta de:

- a) Cuello: Parte de unión entre el rizoma y el tallo.
- b) Nudos: puntos de unión de los entrenudos.

- c) Entrenudos: porción del tallo comprendida entre dos nudos (**Ver Figura 4.**).

Los bambúes carecen de tejido de cambium y por eso no presentan crecimiento secundario o apical. En los entrenudos las células se encuentran axialmente orientadas, mientras que los nudos proveen la interconexión transversal. El tejido del culmo consiste de: células parenquimatosas (50%), haces vasculares (10%) y fibras (40%). Las células parenquimatosas constituyen la base del tejido y son en su mayoría verticalmente alargadas. Los haces vasculares están compuestos por: a) El xilema, con dos grandes metaxilemas y, por b) el floema con paredes delgadas y tubos cribosos sin lignificar, los cuales están conectados a las células acompañantes o fibras. Las fibras constituyen el tejido esclerenquimatoso y se localizan alrededor de los haces vasculares o forman bandas aisladas en algunas especies: contribuyen con el 40 – 50% del total del tejido del culmo y con el 60 – 70% de su peso.

De acuerdo a su estado de madurez los culmos tienen diferentes usos:

- **Brotos nuevos:** en América no existe el hábito alimenticio del consumo de los brotes de bambú. En los países asiáticos como China, Taiwán, Japón y Tailandia, los brotes se consumen frescos o en encurtidos y se venden generalmente enlatados en salmuera (Prieto Sanchez, et al., 2002).
- **Culmos jóvenes:** Se utilizan principalmente para la elaboración de canastos y esteras (Prieto Sanchez, et al., 2002).
- **Culmos maduros:** se les han reportado más de mil usos, los más importantes son como material de construcción (vivienda, puentes, etc.) en las labores agropecuarias (corrales, cercos, etc.) en la fabricación de muebles y artesanías, en la producción de carbón vegetal, de textiles y de pulpa para papel (Prieto Sanchez, et al., 2002).

- **Yema**

Estas se localizan en el culmo por encima de la línea nodal y rompen su inactividad generalmente cuando el culmo ha completado el crecimiento apical. En algunos bambúes las yemas basales permanecen dormidas indefinidamente mientras que en otros las yemas del tercio medio no se desarrollan. Las yemas son importantes en los estudios taxonómicos pues

ayudan a identificar especies, secciones y géneros. También cumplen un papel muy importante en el campo de la biotecnología para la propagación “In Vitro” (Prieto Sanchez, et al., 2002).

- **Complemento de Ramas**

Las ramas se originan en la línea nodal, por encima de ésta o sobre un promontorio. La ramificación de los bambúes varía mucho durante los diferentes estados de desarrollo de la planta, sin embargo la forma más típica de ramificación se observa en la parte media de los culmos adultos. En algunos bambúes las ramas basales se modifican y llegan a transformarse en espinas como sucede en la mayoría de las especies de guadua.

Las ramas son importantes porque sostienen el follaje, estructura básica en el proceso fotosintético. Las ramas secas se utilizan en las labores agrícolas para tutorar cultivos de frijol, arveja, habichuela y tomate a pequeña escala (Prieto Sanchez, et al., 2002).

- **Hoja caulinar**

Es la estructura que nace en cada nudo del culmo y tiene como función proteger la yema que da origen a las ramas y al follaje. Una hoja caulinar está constituida por dos partes: la vaina o parte basal y la lámina o parte distal. Además de estas dos estructuras presenta: apéndices como aurículas y fimbrias, lígula interna que es la estructura de unión entre la vaina y la lámina, y en ciertas ocasiones una faja o anillo en la base de la vaina que le sujeta fuertemente al culmo. Estas estructuras además de proteger las yemas del culmo, se utilizan para la fabricación de objetos artesanales y como elemento decorativo nudos (Prieto Sanchez, et al., 2002) (**Ver Figura 4.**).

- **Follaje**

Es la principal fuente de elaboración de alimento de la planta. En la mayoría de las gramíneas la hoja está constituida por vaina, lámina y apéndices como aurículas y fimbrias (Prieto Sanchez, et al., 2002).

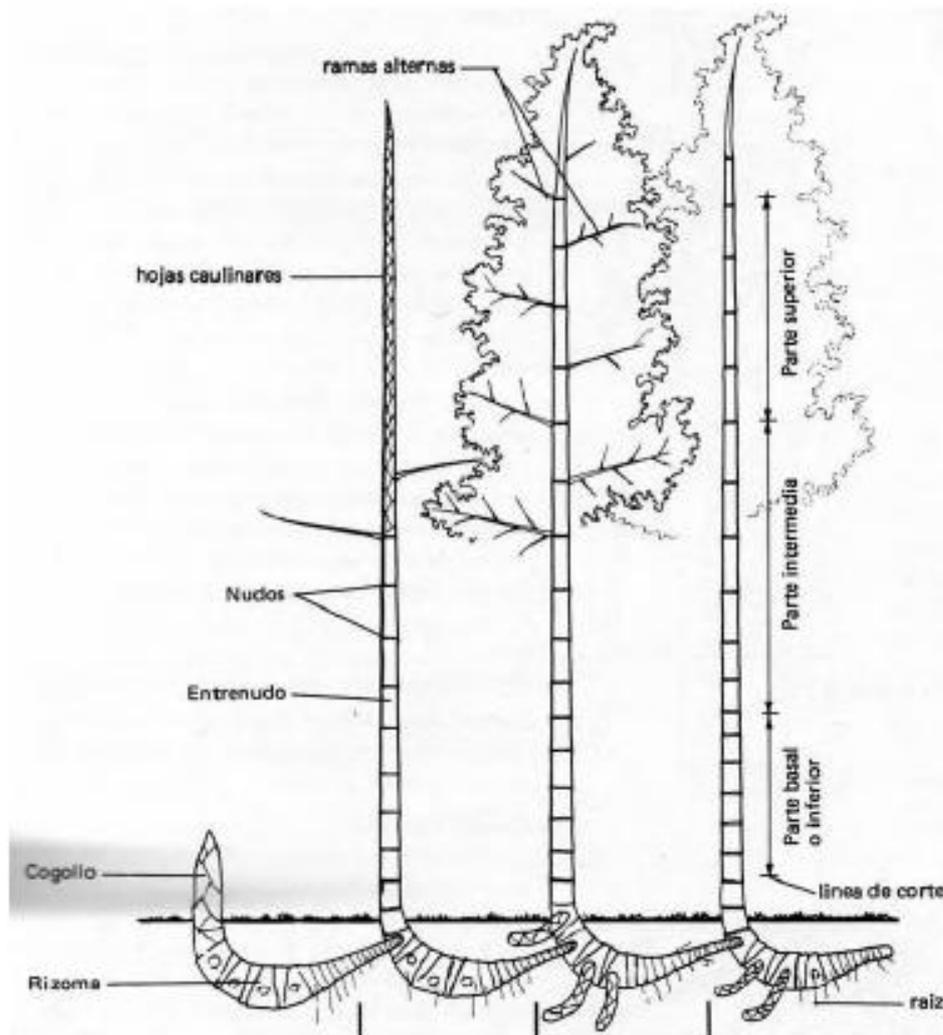


Figura 4. Morfología general de la guadua

Fuente: (Salas Delgado, 2006)

De acuerdo con el Centro Nacional para el estudio del bambú, la guadua se divide en seis partes, las cuales se describirán a continuación en orden, comenzando por la base (Prieto Sanchez, et al., 2002):

- **Rizoma:** Es un tallo modificado, subterráneo que conforma el soporte de la planta
- **Cepa:** Es la parte del culmo con mayor diámetro y espesores de pared mayores; posee una longitud de 4 m. Las distancias entre nudos son las más cortas y en la construcción se les utiliza como columnas.

- Basa: El diámetro es intermedio y la distancia entre nudos es mayor que en la cepa; es la parte del culmo de la guadua que mas se utiliza; tiene una longitud aproximada de 11 m.
- Sobrebasa: El diámetro es menor y la distancia entre nudos es un poco mayor, comparado con la basa, la longitud es de aproximadamente 4.0 m.
- Varillón: La sección tiene un diámetro pequeño y la longitud es de 3.0 m aproximadamente.
- Copa: Es la parte apical de la guadua, con una longitud que varía entre 1.20 y 2.0 m.

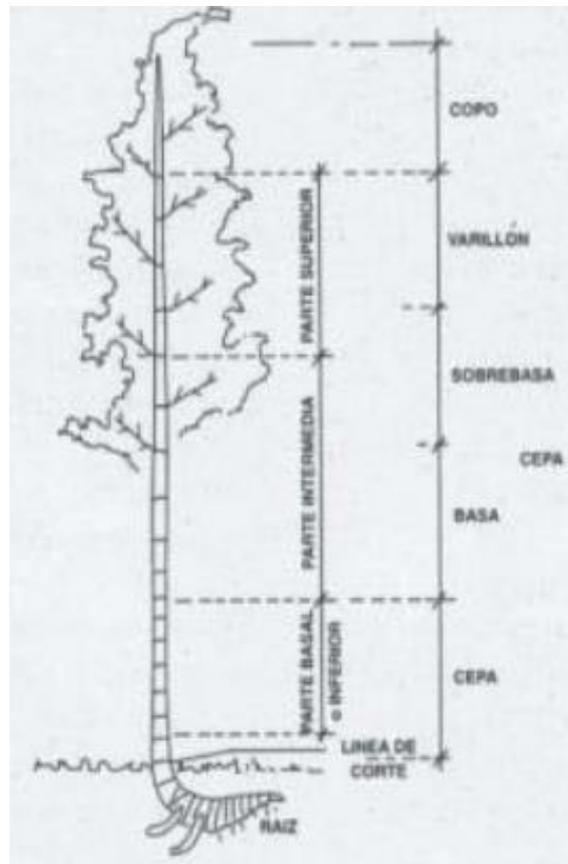


Figura 5. Morfología de la guadua según el Centro Nacional para el Estudio del Bambú. (Carvajal, et al., 1981)

2.3. Propiedades Mecánicas

A raíz de diversas investigaciones se han descubierto las propiedades estructurales que tiene la guadua para la construcción de viviendas, puentes, muros, estructuras de soporte, entre otros. A continuación se describirán algunas de las principales características de este material bajo diferentes condiciones de esfuerzo y ante el fuego:

- **Resistencia a la Tracción**

La guadua posee fibras longitudinales con una alta resistencia a la tracción. En algunos ensayos realizados sobre latas externas de la guadua sin nudos se ha encontrado una resistencia a la tracción promedio de 2.561 Kg/cm^2 (Carvajal, et al., 1981), lo cual corresponde a una resistencia alta si se compara con el acero A36 cuyo esfuerzo de fluencia alcanza 2.530 Kg/cm^2 y un esfuerzo último del orden de 4.000 Kg/cm^2 . Lo anterior le atribuye a la guadua el calificativo del acero vegetal. En el mismo estudio se encontró una resistencia a la tracción promedio en la fibra externa con nudo de 1.647 Kg/cm^2 , en fibra completa sin nudo de 1.562 Kg/cm^2 y en fibra completa con nudo de 873 Kg/cm^2 . Se concluyó también que la resistencia a la tracción en la pared externa es más alta que en la pared completa, debido a dos razones principales: La primera es que la parte exterior es dura debido a incrustaciones de sílice, lignina y cutina; y la segunda se debe a que el número de fibras es mayor en la parte externa con respecto a la parte interna (Takeuchi, 2005).

- **Resistencia a la Compresión**

La guadua a diferencia de la madera está formada por fibras longitudinales fuertes pero sin fibras radiales que las unan. Estas fibras longitudinales se encuentran simplemente pegadas por pectina en una matriz de lignina. Lo anterior hace que la resistencia a la compresión paralela a las fibras sea un 25% menor que la resistencia a la tracción pero sin mayores consecuencias. En su estudio Martín y Mateus encontraron esfuerzos máximos a compresión paralela a la fibra de 662 Kg/cm^2 , para una humedad del 12% y una edad de la guadua comprendida entre 3 y 5 años (Martín, et al., 1981); López y Silva encontraron valores promedio de esfuerzos últimos en columnas cortas de 438 Kg/cm^2 y mínimos de 280 Kg/cm^2 (López, et al., 2000) y Martínez encontró

valores de esfuerzos últimos de 343 kg/cm^2 (Martinez Cáceres, 1992), lo cual convierte a la guadua en un material con un comportamiento adecuado bajo este tipo de esfuerzos.

De otra parte, la guadua tiene una sección transversal circular con un diámetro promedio de 7,0 a 15,0 cm con un espesor de pared que puede oscilar entre 0,9 y 1,2 cm. Esta sección transversal le proporciona una gran inercia con respecto a su área. Por tal motivo, elementos de 3,0 m de altura sometidos a una fuerza de compresión no presentan una relación de esbeltez grande con respecto a cualquier eje que pase por su centro (Takeuchi, 2005). Esta sección transversal le proporciona también a la guadua una alta resistencia frente a cargas de torsión.

- **Comportamiento ante Fractura**

La guadua presenta la característica de que no sufre deformaciones o roturas repentinas en sus paredes. Sin embargo, presenta frecuentemente fracturas de corte en los ensayos de curvado, para lo cual se han realizado estudios con elementos de confinamiento que mejoran el comportamiento de la guadua incluso sometida a cargas de tracción perpendicular a las fibras (Takeuchi, 2005). Sánchez y Prieto realizaron ensayos con dispositivos de carga y apoyo circulares que aumentaron la resistencia a la carga última con respecto a la utilización de dispositivos de carga y apoyo plano (Sánchez, et al., 2002).

El comportamiento de la madera ante la fractura, difiere del comportamiento de la guadua. La rotura de fibras individuales no lleva a la rotura espontánea del elemento entero. Las rajaduras que aparecen son inmediatamente redireccionadas en la dirección de las fibras, por lo que afecta menos a la parte tensionada. Los nudos previenen que las rajaduras longitudinales se extiendan a lo largo de todo el elemento (Biasin, et al., 2004).

- **Comportamiento ante el Fuego**

De acuerdo con las altas concentraciones de ácido de silicio en la corteza el bambú, es clasificado de acuerdo con la norma DIN4102 (comportamiento de quemado de materiales de construcción), como inflamable pero poco combustible. En un elemento horizontal de guadua las llamas se esparcen anularmente al nodo próximo, por lo tanto el fuego se apaga debido a que la

llama no puede pasar fácilmente a través del nodo debido a que éste es un material poco combustible (Biasin, et al., 2004).

De otra parte y con base en el Manual de Construcción Sismo Resistente de Vivienda de Uno y Dos Pisos con Bahareque Encementado, desarrollado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), la guadua no puede utilizarse con más del 20% de contenido de humedad ni por debajo del 10%. Además, debe inmunizarse para evitar el ataque de insectos xilófagos. El inmunizado no significa protección contra otros efectos ambientales, de manera que la guadua no puede exponerse al sol ni al agua, en ninguna parte de las estructuras, pues la acción de los rayos ultravioleta produce resecamiento, fisuración, decoloración y pérdida del brillo, y los cambios de humedad pueden causar pudrición ((AIS), 2001).

2.4. Aspectos Ambientales

En apartados anteriores hemos mencionado algunos beneficios importantes que tiene la guadua para el medio ambiente como material de construcción. Sin embargo como planta aporta múltiples beneficios, entre ellos, según el Centro Nacional para el Estudio del Bambú-Guadua, su rápido crecimiento produce y aporta al suelo entre 2 y 4 Ton/Ha/año de biomasa, lo cual constituye entre el 10% y 14% de la totalidad de material que se genera en un guadual. La biomasa contribuye al enriquecimiento de la estructura y textura del suelo (Salas Delgado, 2006).

Las hojas en descomposición que caen al suelo conforman una capa que evita el flujo de agua de manera rápida y continua, propiciando la regulación de caudales y la protección del suelo de la erosión, así como también, la existencia y la sostenibilidad de flora, microflora, entomofauna, mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

De otra parte, las raíces de la guadua se fijan fuertemente al suelo haciendo que ésta funcione como la especie principal para la reforestación de cuencas hidrográficas en Colombia (**Ver Figura 6**).

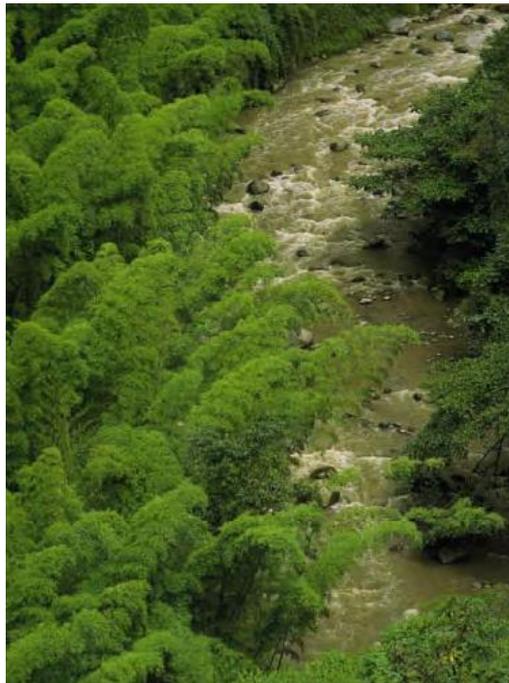


Figura 6. Reforestación de cuencas hidrográficas con cultivos de guadua

Fuente: (Salas Delgado, 2006)

La *International Network for Bamboo and Rattan* en sus investigaciones ha demostrado que:

- El procesamiento de bambú requiere solo 1/8 de la energía requerida para el procesamiento del hormigón y de solamente 1/3 de la energía requerida por la madera para crear un material de construcción de la misma capacidad.
- En comparación con el acero, el bambú necesita solo 1/50 de la energía para su transformación.
- En Costa Rica se ha calculado que sólo 70 hectáreas de plantación de bambú son suficientes para construir 1.000 casas de bambú por año. Mientras que con madera, se requieren 600 hectáreas de bosques naturales (Rattan).

De acuerdo con el artículo publicado por Gib en las memorias del Primer Congreso Mexicano del Bambú, éste tiene más beneficios ambientales y ecológicos como se menciona a continuación:

- **Obtención de carbón**

El proceso fotosintético en las plantas da lugar a la captura del bióxido de carbono del aire a través de la fotosíntesis. El bambú se considera como una de las plantas con mayor contenido de celulosa, de la cual cerca del 40% sería carbón. En Japón se determinó para la especie *Sasa nipponica* que la biomasa del suelo era de 2,51 Ton/Ha para las hojas; 3,39 Ton/ha para los culmos y ramas y 1,08 T/Ha para las vainas, para un total de 6,98 T/Ha de biomasa total sobre tierra y 9,11 Ton/Ha de biomasa subterránea (Gib, 2005).

- **Bio-Energía**

El bambú, al igual que otras maderas tiene un BTU que oscila entre 8.200 y 8.700. Pero gracias a su gran capacidad fotosintética, facilidad de cultivo y cosecha, el combustible hecho a partir de la quema produce el CO₂ que es reabsorbido por el nuevo bambú en crecimiento. Esto genera un ciclo sostenible y constante entre el oxígeno y el carbón (Gib, 2005).

- **Remediación de las aguas residuales**

La cría de ganado, cerdos y pollos a gran escala generan graves problemas ambientales en arroyos o ríos cercanos. Una forma de resolver este problema es utilizar esta materia contaminante como abono para el crecimiento del bambú, de esta forma se transforman los nutrientes en biomasa y el exceso de agua se utiliza para la transpiración (Gib, 2005).

- **Filtrado de aire contaminado**

El bambú se puede utilizar en caminos donde se producen elevadas cantidades de polvo y humo, ya que éste tiene millones de hojas con minúsculos pelos que forman una barrera que actúa como filtro para limpiar el aire mientras éste pasa a través del follaje (Gib, 2005).

2.5. Aspectos Sociales

La guadua ha sido una de las especies de plantas más usadas en Colombia y es un elemento simbólico que recoge referentes del pasado. Sus propiedades físico-mecánicas han sido aprovechadas desde la época prehispánica en la fabricación de utensilios caseros, muebles, instrumentos musicales, canaletas,

acueductos y viviendas. Sin embargo, después de la llegada de los colonos se mezclaron las tradiciones indígenas con nuevas técnicas constructivas y nuevas adaptaciones arquitectónicas entorno a este material, de ahí el uso del bahareque y el adobe, que trajeron como ingrediente adicional el barro.

Las construcciones en guadua no requieren mano de obra cualificada y mucho menos herramienta especializada, lo cual la convierte en un factor potencial para la generación de empleo. Estudios como el de Tistl (Tistl, et al., 2001) en Colombia y Rodríguez (Rodríguez, et al., 2006) en Costa Rica, han demostrado la importante participación comunitaria que surge entorno a proyectos de vivienda de este tipo, donde cada beneficiario y voluntarios contribuyen a la construcción no solo de su entorno urbanístico, sino también social y ambiental.

En Colombia la cadena de la guadua está compuesta por los siguientes eslabones: silvicultura, cosecha y pos-cosecha, transformación y procesamiento, mercadeo y comercialización.

El eslabón de la silvicultura está integrado por viveristas, propietarios de fincas, productores, administradores de finca y obreros. En el eslabón de la cosecha y la pos-cosecha están los aprovechadores de guadua, corteros y transportadores. A su vez, en la transformación y el procesamiento se tiene a empresarios de pre-industrialización, de secado y preservación, constructores, sociedades de ingenieros y arquitectos, fabricantes de muebles, artesanos y organizaciones de artesanos. Finalmente, en la comercialización se encuentran los proveedores de insumos y de maquinarias, almacenes de depósito y comercio. Dentro la cadena también se tiene la participación de actores institucionales y de apoyo (Salas Delgado, 2006).

3. ANTECEDENTES

En el ámbito mundial los estudios referentes a la guadua son extensos. Uno de ellos como el libro “*Nuevas Técnicas de Construcción con Bambú*” (Hidalgo Lopez, 1978) describe el hallazgo en Ecuador de improntas de bambú en construcciones de ingeniería y de impresionante precisión que se estima tienen 9.500 años de antigüedad. Estas culturas ancestrales, principalmente localizadas en países como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, México, Brasil, Venezuela, entre otros, explotaron las distintas posibilidades de utilización de esta planta con especial énfasis en el aprovechamiento del recurso en la construcción, gracias a que las características de los suelos son suficientemente adecuados para la reproducción de esta materia prima.

En países como Colombia donde se ha visto un uso avanzado de la guadua, se ha podido observar en algunas regiones la construcción de pueblos enteros como por ejemplo en el eje cafetero, donde la llegada de las nuevas técnicas de edificación con la colonización hispana mezclada con las técnicas de construcción indígenas, permitió una hibridación generando nuevas alternativas arquitectónicas cuya permanencia aun se conserva gracias a las características de los materiales y a la especial atención que se tuvo frente a los problemas de topografía montañosa y sísmicos.

Uno de los precursores en el estudio de este material ha sido el arquitecto Oscar Hidalgo López quien ha trabajado para el *Institute of Bamboo and Ratán* (INBAR) y participó para el importante Proyecto Nacional del Bambú (PNB) en Costa Rica en el año 1986, el cual ha sido considerado como proyecto piloto para prevenir la deforestación e incentivar la construcción de vivienda con material alternativo, económico y sostenible, en beneficio de personas de escasos recursos. El PNB surgió con el apoyo de asesores internacionales y la ONU con el objeto de utilizar sosteniblemente la guadua para la construcción de viviendas de interés social y para la industrialización y comercialización de productos complementarios. Inicialmente se recopilaron experiencias en Colombia y Ecuador y posteriormente se desarrolló un programa intensivo que incluía capacitación técnica, cultivos masivos de bambú, organización de la comunidad, asesoría ambiental, tecnológica y producción de muebles y artesanías para la explotación. Hasta el año 1998 el PNB había construido

3.000 viviendas para familias de escasos recursos en zonas rurales y con el cultivo de más de 300 Ha de bosques de bambú en zonas donde no los había.

Posteriormente, el 22 de Abril de 1991 se presentó en la zona un sismo de magnitud 7.5 en la escala de Richter que sacudió la costa atlántica de Panamá y Costa Rica ocasionando incalculables daños en puentes, carreteras, edificios, tuberías, tanques de almacenamiento en instalaciones industriales, pero las viviendas del PNB tuvieron un adecuado comportamiento.

De igual manera sucedió en Colombia, en la ciudad de Armenia el 25 de Enero de 1999, cuyo movimiento telúrico impulsó la necesidad de retornar al uso de la guadua debido a que su poco peso, flexibilidad, estabilidad, ductilidad, forma regular, masa simétrica, capacidad para reducir la fuerza sísmica y un desplome que produce un menor número de víctimas mortales, ofrece mayor seguridad ante la ocurrencia de un sismo, lo que no sucede con otro tipo de sistemas constructivos como la mampostería y el hormigón.



Figura 7. Daños provocados por el sismo de Armenia en 1999.

3.1. Antecedentes Locales

3.1.1. Roofs Instead of Tents: A Reconstruction Project in The Colombian Coffee Zone After The Earthquake of January 25th, 1999 (Tistl, et al., 2001).

En este documento se describen los procedimientos llevados a cabo por la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) para la reconstrucción integral de viviendas afectadas por el sismo de Armenia en 1999 que afectó al eje cafetero. El proyecto contó con un fuerte componente social, ya que tuvo muy buena aceptación y una participación activa por parte de los damnificados, lo cual provocó la reducción del tiempo previsto para la construcción y la ampliación de la financiación de más viviendas.

Las razones por las cuales la GTZ decidió implementar un material como la guadua en este proyecto fueron las siguientes:

- Es un recurso natural abundante en el área de mínimo impacto ambiental.
- Es producida y procesada localmente, por lo que su aplicación ayuda directamente a la economía local.
- Es un material que ha sido usado tradicionalmente para la construcción de viviendas.
- Es un recurso que puede ser transportado y manipulado fácilmente, incluso por personal no cualificado.
- Es un material que tiene propiedades físicas sobresalientes (por ejemplo: ligereza, compresión, tensión y elasticidad) lo cual lo convierte en un material ideal de construcción en zonas sísmicas.



Figura 8. Proceso constructivo de las viviendas promovidas por la GTZ en el eje cafetero después del sismo de 1999.

A parte de que la construcción de las viviendas contaba con un acompañamiento técnico, también se logró realizar visitas guiadas por biólogos y expertos forestales para informar a los miembros de la comunidad acerca de las propiedades de la planta, posibilidades de uso, protección y gestión del medio ambiente.

3.1.2. Structural Adequacy of Traditional Bamboo Housing in Latin America (Gutierrez, 2000).

En este documento se realiza un análisis profundo y basado en ensayos experimentales, acerca del comportamiento de las estructuras de bahareque frente a cargas laterales y verticales. Como conclusión se revela que el peso de una vivienda construida con bahareque encementado es un tercio menor que una vivienda en mampostería, lo cual reduce considerablemente las cargas verticales y laterales de sismo, ya que estas son proporcionales a la masa de la

estructura. Así como también, se dan algunas recomendaciones técnicas para la protección de la guadua del ataque de insectos y la humedad, principalmente en la cimentación y en fachadas.

Finalmente, se plantea la necesidad de realizar transferencia tecnológica hacia otros países o regiones con condiciones socioeconómicas y medioambientales similares o inferiores, contribuyendo al desarrollo de las mismas y respetando sus tradiciones culturales con el propósito de evitar usos indebidos del material y rechazo a largo plazo.

3.1.3. Perspectivas del Bambú para la Construcción en México (Ordoñez C., 1999).

Este artículo corresponde a una recopilación bibliográfica de varios trabajos de investigación con el objetivo principal de buscar el mayor aprovechamiento del bambú y sus diferentes especies para el sector de la construcción en México, en aras de reducir el déficit de vivienda. Los diferentes temas sobre los cuales se busca investigar para el aprovechamiento de esta especie son los siguientes:

- Identificación de especies.
- Caracterización tecnológica de especies.
- Sistemas de tratamiento para la preservación del bambú.
- Sistemas constructivos para vivienda.
- Investigaciones en elementos estructurales.

Sin embargo, ya existen sectores industriales en este país que utilizan el bambú para la recuperación o restauración del suelo en zonas de explotación de canteras calizas para la fabricación de cementos, donde el suelo ha quedado sin materia orgánica.

3.1.4. Plan Habitacional Para las Zonas Urbano Marginales del Cantón Milagro con Base en Una Estructura Mixta: Metálica – Bambú – Cemento (Ochoa G., y otros, 2004)

Este artículo hace referencia a un estudio económico y de mercado para desarrollar un plan habitacional en el cantón de Milagro (Ecuador) que consiste en viviendas prefabricadas con una estructura de acero galvanizado, paredes de bloque de cemento y divisiones interiores de paneles de bambú. La iniciativa surge como una opción de mejora de los proyectos de vivienda en bambú llevados a cabo por la fundación “Hogar de Cristo” en el sector. Las casas tienen un área de 36 m² y constan de divisiones interiores con dos dormitorios, sala, comedor, cocina, un baño, cubierta de zinc y losa de entrepiso en toda su área. Finalmente, el estudio concluye que la implementación de este proyecto es viable, teniendo en cuenta que en el mercado existe una demanda que requiere y necesita una casa digna.

3.2. Antecedentes Internacionales

3.2.1. Guidelines for Building Bamboo – Reinforced Masonry in Earthquake-Prone Areas in India (Iyer, 2002).

En esta tesis, al igual que la investigación mencionada en el apartado 3.1.2 de este documento, se realiza un análisis de los diferentes sistemas estructurales con los cuales se construían las viviendas en la región de Bhuj (India) previo al sismo del 26 de Junio de 2001. Debido a la falta de recursos económicos por parte de los damnificados para invertir en la reconstrucción de sus viviendas con materiales costosos como el acero, los investigadores decidieron realizar estudios experimentales con bambú incrustado en bloques de mortero y ladrillos, obteniendo como resultado una guía para la implementación de este novedoso material en ciertos sectores de la sociedad, con un bajo costo y como una buena alternativa ecológica.

3.2.2. Seismic Testing of a Bamboo Based Building System (Jayanetti).

En el campo profesional aún se tiene un nivel de confianza inferior del bambú con respecto al acero y el hormigón ante la ocurrencia de un evento sísmico. No obstante, con el objetivo principal de medir, cuantificar y documentar las características dinámicas y las respuestas de una estructura de bambú a escala real sometida a cargas sísmicas, el *Timber Research and Development Association* (TRADA) desarrolló el presente artículo. La prueba consistió en el montaje de una vivienda construida, en su gran mayoría con bambú, de dimensiones 2,70 m x 2,70 m y un peso total de 2.636 Kg sobre una mesa vibratoria con capacidad de 10 Ton, perteneciente al *Central Power Research Institute* (CPRI), la cual es capaz de inducir excitaciones en tres direcciones y simular con alta fidelidad y poca distorsión el movimiento del suelo durante un sismo. La vivienda fue instrumentada con acelerómetros sísmicos en puntos críticos de su estructura para evaluar el comportamiento dinámico. Finalmente se obtuvieron como conclusiones que:

- La estructura resistió un sismo equivalente a 7,8 en la escala de Richter sin presencia de grietas.
- Las juntas entre las columnas de bambú y las paredes de bambú reforzadas con cemento embebido se mantuvieron intactos durante la prueba y sin la evidencia de daño alguno en la estructura del techo.
- Se establece claramente la eficiencia del sistema constructivo con bambú y la alta resistencia de los muros frente a las cargas sísmicas laterales.



Figura 9. Sistema de viviendas de bambú desarrollado por TRADA - IPIRTI. Montaje sobre la mesa vibratoria de seis grados de libertad

3.2.3. Utilización del Bambú (*Guadua Angustifolia* KUNTH) (Bambusoideae: Gramineae) Como Una Alternativa Sostenible de Construcción de Viviendas en la Zona Atlántica de Costa Rica (Rodriguez, et al., 2006).

Esta investigación se fundamentó en un profundo trabajo social realizado con la comunidad indígena de Yorkín, ubicada en la parte alta del río Yorkín, en la frontera con Panamá. El objetivo principal consistía en el estudio de las necesidades básicas de la población y la recopilación de información necesaria para el diseño de viviendas en bambú, a partir de entrevistas semi-estructuradas, observaciones participativas, talleres e información visual. Así mismo, identificar las condiciones económicas, el entorno, materiales disponibles y estilos de construcción, lo cual condujo al diseño de una casa digna y acorde con las expectativas de la población objetivo, consecuente con sus costumbres y creencias, que les aleje del peligro inminente cerca de las fuentes de agua, bajo costo, con un impacto mínimo del ecosistema, amplias, fáciles de construir y que les garantizara a sus hijos un lugar de desarrollo en armonía con la naturaleza.

Como resultado de lo anterior se obtuvieron los diseños estructurales de una casa en bambú de 60 m² con capacidad para albergar 4 personas en promedio:

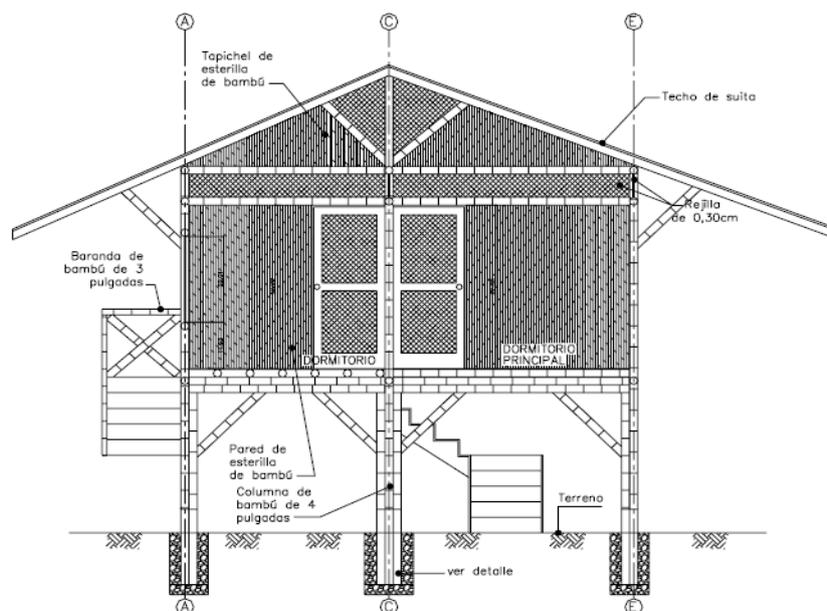


Figura 10. Diseño de una vivienda tipo en bambú para la población indígena de Yorkín.

3.3. Estado del Arte

3.3.1. Actualidad y Futuro de la Arquitectura de Bambú en Colombia. Simón Vélez: “Símbolo y Búsqueda de lo Primitivo” (Salas Delgado, 2006)

Esta tesis doctoral hace referencia a la vida y obra del reconocido arquitecto colombiano Simón Vélez. En ella se dan a conocer algunos aspectos técnicos tenidos en cuenta durante sus proyectos para la implementación de este material en grandes estructuras, como el pabellón de la fundación Zeri (**Figura 11.**), el cual está elaborado con técnicas de construcción mixtas, donde la estructura está sometida a cargas de tracción (condición de carga que mejor resiste la guadua), interacción balanceada de elementos estructurales, con lo cual se logra un funcionamiento estable. Esta obra ha resistido satisfactoriamente las diversas pruebas estructurales y de carga realizadas por ingenieros de la universidad de Stuttgart, con el propósito de otorgar la licencia de construcción en Alemania.

A parte de lo anterior, Simón Vélez ha podido demostrar con otras grandes estructuras el amplio campo de la construcción y de la ingeniería al cual se puede someter un material como la guadua. Algunos de estos ejemplos son: la sede para la Carder (Pereira), algunos puentes en Colombia y China, un complejo hotelero galardonado con el premio de la American Society of Landscape Architects (Guangzhou, China) y la Catedral de Pereira (Colombia). (**Ver Figuras 12 y 13.**)



Figura 11. Pabellón Zeri en Manizales (Colombia)



Figura 12. Puente diseñado por el arquitecto Simón Vélez para el hotel Crosswaters Ecolodge (China)



Figura 13. Catedral de guadua en la ciudad de Pereira (Colombia)

3.3.2. Bambú: Recurso Sostenible para Estructuras Espaciales (Obermann, et al., 2004).

Este documento realiza en principio, una breve revisión bibliográfica acerca de las propiedades mecánicas de la especie *guadua angustifolia kunth* y un análisis comparativo de esta con el acero de refuerzo. Sin embargo, el objetivo principal es analizar los diferentes ensayos experimentales llevados a cabo a nivel mundial en diferentes tipos de uniones con guadua, con el fin de promover una mejor propuesta que transmita de manera eficiente los

esfuerzos de un elemento a otro y así, aprovechar al máximo las principales características mecánicas de la guadua en estructuras espaciales.

Posteriormente se plantea un novedoso sistema de unión como un producto de desarrollo continuo gracias a las experiencias anteriores, que consiste en un tubo de acero de 9,0 cm de diámetro y 30,0 cm de largo, el cual se introduce 20,0 cm al interior de la guadua. Así se transmiten las fuerzas axiales a través de varios pasadores perpendiculares que unen la guadua con el tubo interior. El otro extremo del tubo de acero tiene una forma cónica con una apertura elíptica que permite colocar un tornillo para conectarse con el segundo elemento, el cual es una esfera de acero de 10,0 cm de diámetro y que ofrece hasta 16 roscas en ángulos espaciales y libres para varios elementos como guaduas, tensores o la base (**Figura 14.**).



Figura 14. Propuesta del sistema de uniones para estructuras espaciales

Finalmente se desarrolló un prototipo de cubierta o cúpula geodésica en computador y luego a escala real, con una considerable reducción del tiempo de montaje y un adecuado comportamiento frente a cargas vivas de viento y sismo (**Figura 15.**).



Figura 15. Montaje a escala real de una cúpula geodésica con novedoso sistema de unión en acero.

3.3.3. Seismic Performance of Bamboo Structures (Sharma, 2010)

Esta tesis describe un programa de investigación de amplio alcance, destinado a la identificación de un método a través del cual los métodos de construcción en bambú puedan ser. Para ello se construyó una edificación simple de cuatro salones en St. Joseph`s School (Mungpoo, Nepal) con vigas de cimentación y pedestales en hormigón sobre los cuales se embebieron cuatro varas de bambú para formar las columnas donde se utilizaron conexiones atornilladas para unir la cubierta. La estructura se compone de cinco pórticos bidimensionales en la dirección corta y dos pórticos de múltiples vanos en la dirección longitudinal. Por otra parte, se realizó en computador un Modelo de Elementos Finitos (FEM) y se ejecutaron ensayos en laboratorio de la estructura a escala. Como resultado se obtuvo que el tipo de guadua utilizada (*Bambusa stenostachya*) tuvo un inadecuado comportamiento para las uniones pernadas, así como también hay ciertas propiedades del bambú que no se encuentran bien establecidas y además, que no existe un método estándar para la comparación de sus propiedades críticas. Para la cual, se proponen proyectos de investigación a futuro que ayuden a identificar mejor las propiedades asociadas a la variabilidad de las especies de bambú.

3.3.4. Design and Construction of Modern Bamboo Bridges (Xiao, y otros, 2010)

Este trabajo presenta la investigación, diseño y las primeras pruebas en el mundo, para la construcción de un puente moderno en bambú con capacidad para soportar el tráfico de camiones. En este caso, los investigadores han desarrollado un método para producir de manera industrializada el bambú laminado o contrachapado utilizando adhesivo epóxico, pintura, machihembrado de láminas y un sistema de endurecimiento de 24 horas para su utilización en un puente a escala real. Dentro de los resultados fueron aprobadas las vigas grandes de bambú laminado, ya que estas tienen un peso ligero, alta rigidez y una elevada capacidad de carga. Este estudio condujo también a la posibilidad de evaluar las condiciones de durabilidad del nuevo material y su comportamiento a fatiga para su implementación en nuevos puentes. El bambú laminado ya se está usando en la construcción de casas móviles en China.



Figura 16. Construcción y prueba de carga de un puente con vigas de bambú laminado en China

4. GENERALIDADES DEL SECTOR

4.1. Información General del Municipio de Cali

La ciudad de Santiago de Cali es la tercera ciudad más importante de Colombia y la capital del departamento del Valle del Cauca. Esta localizada en el valle geográfico del río Cauca a los $3^{\circ} 27'26''$ de latitud Norte y $76^{\circ} 32'42''$ de longitud Oeste y a una altitud promedio de 995 m.s.n.m. Su temperatura promedio es de $24,6^{\circ}$ C, cuenta con una extensión de 560 Km² y una población de 2.294.643 habitantes (Proyecciones DANE 2012).

La ciudad limita con los municipios de Yumbo al Norte; Palmira al Nor-Oriente; Candelaria al Oriente; Puerto Tejada al Sur Oriente; Jamundí y el corregimiento de Pance al Sur y al Occidente con la cordillera del mismo nombre y la zona rural del municipio de Buenaventura (Ver Figura 17).

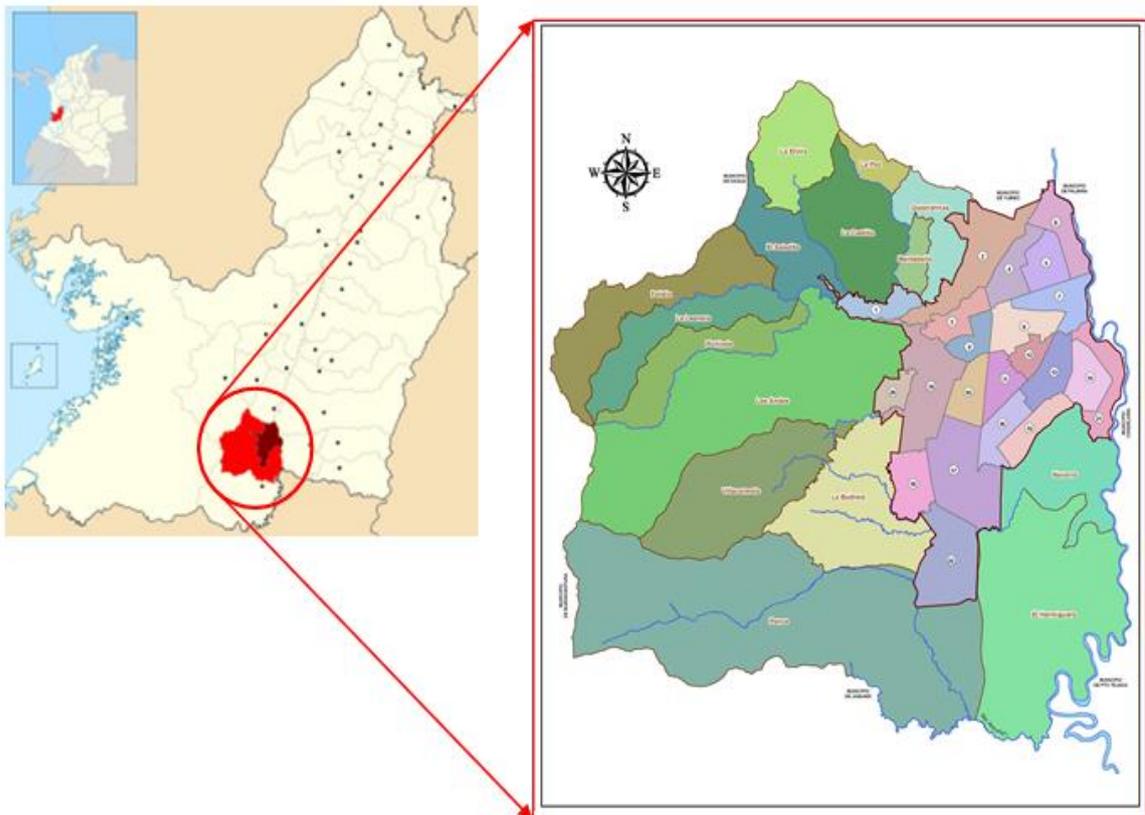


Figura 17. Localización y límites de la ciudad de Santiago de Cali

Fuente: Wikipedia y Alcaldía de Santiago de Cali



El clima y el relieve de Cali la convierten en una ciudad con una inmensa riqueza natural, gracias a la confluencia de sus siete ríos: Cali, Aguacatal, Lili, Meléndez, Pance, Cañaveralejo y Cauca. Este último, de naturaleza sinuosa atraviesa la ciudad de Sur a Norte formando un valle con una extensión aproximada de 35 Km de ancho, dejando a su paso un gran aporte de nutrientes y agentes fertilizantes propicios para la ganadería y la agricultura. Los valles y riberas de estos siete ríos a lo largo de la ciudad y toda su área metropolitana se encuentran cubiertos de pastos naturales, amplias extensiones de guadua, cultivos de caña de azúcar, plátano, arroz, algodón, cacao, maíz, frijol, entre otros.

Cali se encuentra además en un punto neurálgico y estratégico en el suroccidente de Colombia, gracias a la conexión con el puerto de Buenaventura ubicado sobre el litoral pacífico y a 100 Km. de la ciudad. Este puerto tiene conexión directa con el canal de Panamá, lo cual lo convierte en uno de los más importantes del país. Por otra parte, Cali es paso obligado hacia el Ecuador a través de la importante Vía Panamericana que une todos los estados Americanos.

La administración municipal en su esfuerzo por garantizar el progreso competitivo, equitativo y sostenible en la ciudad ha impulsado el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) vigente desde el año 2000, en el cual se definen todos los procesos de planeación y normalización del desarrollo de su territorio. Sin embargo, se han presentado retrasos de tipo administrativo por parte de las entidades reguladoras en materia de vivienda e infraestructura que han conllevado al incumplimiento de las exigencias del POT, al crecimiento desorganizado de la ciudad en zonas de asentamientos subnormales, así como tampoco se ha realizado la debida actualización estadística de la información contenida en dicho documento, razón por la cual gran parte de los datos suministrados en este trabajo son extraídos y/o contrastados con otras fuentes como:

- Base de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Censo 2005.
- Cali en Cifras. Anuario estadístico años 2010 – 2011
- Informes de Gestión Secretaría de Vivienda Social del Municipio de Santiago de Cali.

- Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL). Informes y estudios años 2007 - 2009

4.1.1. Economía

El Informe Económico realizado por la administración municipal de la ciudad de Santiago de Cali para el período 1990 – 2008 determinó que la economía de la ciudad ha atravesado por tres etapas cruciales:

- La primera en la que Cali tuvo un rápido crecimiento a principios de la década del 90, pasando de una variación del PIB 7.3% en 1991 a una tasa del 12.3% en 1992, período a partir del cual se desacelera el crecimiento económico, hasta llegar en 1995 al 1.7%.
- El segundo período consistió en una etapa de recesión que inició en 1996 donde se contrae en 4.7% el PIB, en 1997 la economía empieza a recuperarse levemente, pero un año después sufre la mayor contracción experimentada por la ciudad, alcanzando en 1999 una reducción en la actividad económica hasta de -5.2%. Seguido de este período el PIB presentó dos años de crecimiento moderado (3% en promedio), pero recae nuevamente en recesión en el año 2002 (-3.8%), para empezar a crecer a un ritmo constante del 3% en el año 2005.
- Finalmente, en la tercera etapa se observó un acelerado crecimiento económico, experimentando, en 2006 y 2007 una variación cercana al 11.4% y 7.5% respectivamente. Actualmente la ciudad evidencia un elevado dinamismo económico.

Aunque estudiar todos los aspectos económicos de la ciudad requiere un estudio más detallado y extenso, a continuación, en la siguiente tabla se resumen las principales actividades que influyeron en el dinamismo de la economía caleña para el período 1990 – 2007:

Actividad Económica	1990	Posición*	1995	Posición*	2000	Posición*	2007	Posición*
Pecuario	0.14 %	12	0.12 %	12	0.15 %	11	0.17 %	10
Minas	0.17 %	11	0.15 %	11	0.08 %	12	0.14 %	11
Agricultura	0.19 %	10	0.18 %	10	0.16 %	10	0.12 %	12
Hoteles y restaurantes	0.89 %	9	0.78 %	9	1.18 %	9	1.13 %	8
Intermediación financiera	1.78 %	8	2.39 %	8	1.87 %	8	0.48 %	9
Electricidad agua y aseo	2.65 %	7	2.47 %	7	2.44 %	7	1.75 %	7
Comercio	5.57 %	6	5.80 %	6	4.51 %	6	10.72 %	5
Transporte y comunicaciones	9.16 %	5	7.23 %	5	6.77 %	4	5.57 %	6
Industria	14.91 %	4	14.85 %	4	15.73 %	3	15.70 %	3
Construcción	15.76 %	3	17.87 %	3	6.59 %	5	21.24 %	2
Servicios generales	20.56 %	2	19.18 %	2	27.33 %	1	21.60 %	1
Servicios inmobiliarios	22.56 %	1	21.77 %	1	27.04 %	2	15.14 %	4

*La posición refleja el peso del Valor Agregado de la actividad en el PIB, de tal forma que 1 implica el mayor peso.
Fuente: Cálculos propios.

Tabla 1. Participación del Valor Agregado municipal por actividad económica en el PIB de Cali

Fuente: Cuentas Económicas de Santiago de Cali 1990-2008

Por otro lado, y de acuerdo con cifras publicadas en el año 2005 por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) se identifican en términos generales las diferentes actividades económicas en varios sectores de la ciudad. Por ejemplo, el 60,2% de la población se dedica al comercio, el 30,4% a servicios y el 9,4% a la industria (**Figura 18.**). Pero esta distribución no se mantiene a lo largo de toda la geografía, por lo que se encuentran sectores o barrios con una alta tendencia hacia el sector industrial. De igual manera se encuentra una distribución con respecto al tamaño de las empresas que forman el tejido empresarial municipal; el 93,9% corresponde a microempresas, el 5,3% a la pequeña empresa, el 0,8% a la mediana empresa y el 0,9% corresponde a grandes empresas.

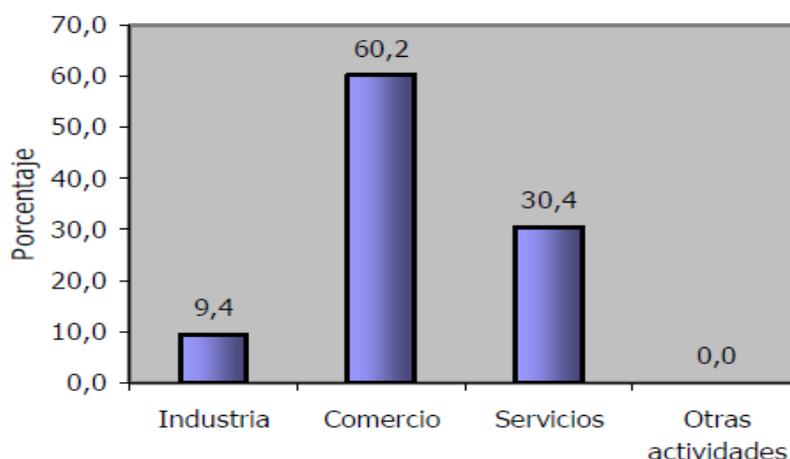


Figura 18. Establecimientos según actividad económica

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

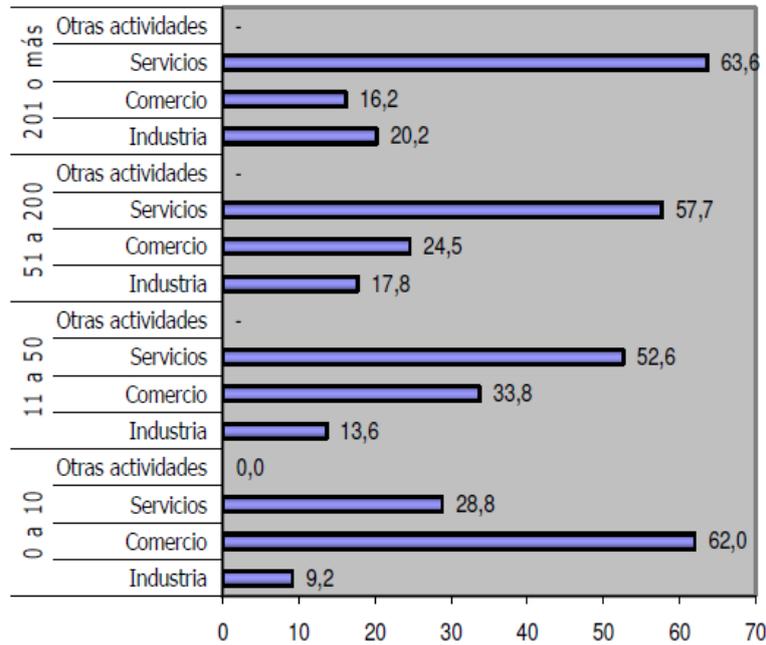


Figura 19. Establecimientos según escala de personal por actividad económica

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

En los establecimientos del grupo con 0 a 10 empleados, el Comercio (62,0%) es la actividad más frecuente y en el grupo de 11 a 50 empleados la actividad Servicios representa el 52,6%.

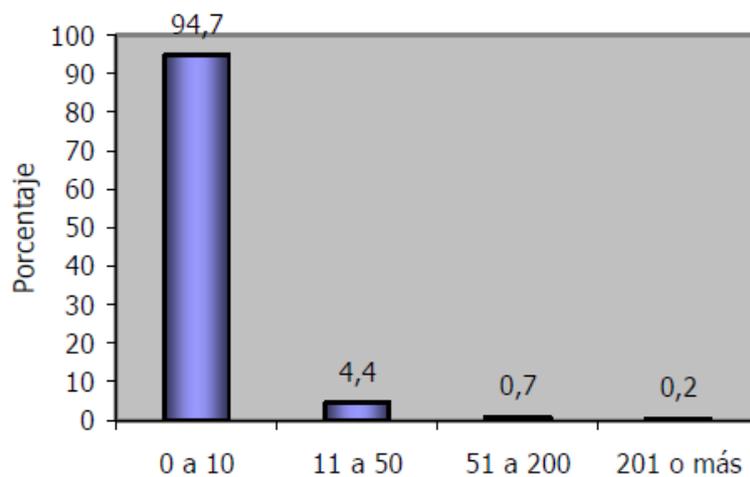


Figura 20. Establecimientos según escala de personas ocupadas el mes anterior al censo.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

El 94,7% de los establecimientos ocupó entre 1 y 10 empleados.



Figura 21. Porcentaje de hogares con actividad económica

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

El 2,3% de los hogares tiene actividad económica en sus viviendas.

De otra parte, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) a partir de la Ley 689 de 2011, artículo 16 fijó una serie de metodologías que contienen las variables, factores, ponderaciones y métodos estadísticos para clasificar la población de una localidad en grupos socioeconómicos diferentes o estratos, teniendo en cuenta la dotación de servicios públicos domiciliarios, ubicación (urbana o rural), nivel de pobreza, asentamientos indígenas, entre otros factores. Cada alcalde debe realizar y/o actualizar permanentemente la estratificación de los inmuebles residenciales de su municipio o distrito durante períodos de cinco años.

En la ciudad de Cali los estratos socioeconómicos definidos son:

- Estrato 0 (Inferior)
- Estrato 1 (Muy Bajo)
- Estrato 2 (Bajo)
- Estrato 3 (Medio-bajo)
- Estrato 4 (Medio)
- Estrato 5 (Medio-alto)
- Estrato 6 (Alto)

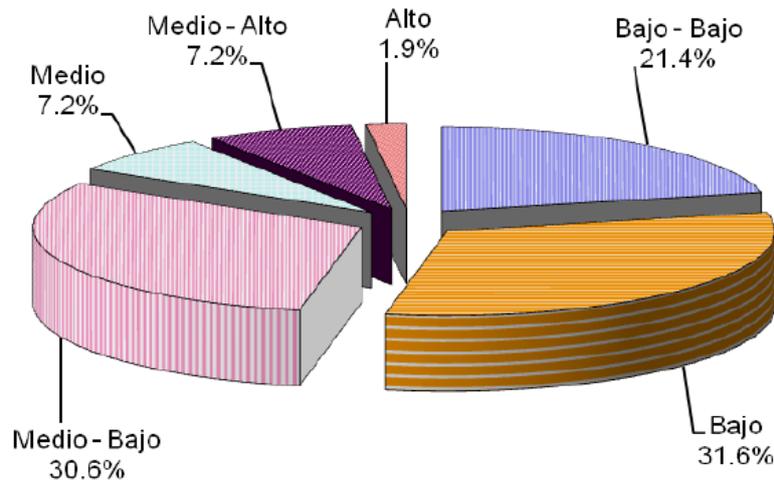


Figura 22. Participación porcentual según el estrato.

Fuente: Cali en Cifras 2011

4.1.2. Demografía

A finales del siglo pasado y comienzos del siglo XXI se acentuó el desplazamiento de la población hacia los cascos urbanos de las principales ciudades del país, principalmente por problemas de orden público y en otros casos por búsqueda de mejores condiciones de vida (empleo, salud, educación y vivienda).

Desde el censo de 1912, el municipio de Santiago de Cali incrementó su población 76 veces. En ese año se censaron 27.747 personas y en el año 2005 se registraron 2.119.908 habitantes, cifra que se duplicó con respecto al censo de 1973. Esta ciudad no ha sido ajena a situaciones de industrialización, violencia y búsqueda de mejores oportunidades, de ahí que se considere como el centro de atracción para las poblaciones más vulnerables del suroccidente colombiano.

La mortalidad a lo largo del siglo pasado presentó un descenso gracias a que el crecimiento económico de la ciudad mejoró la calidad de vida de sus habitantes, y como consecuencia aumentó la cobertura en servicios de salud, educación, servicios públicos domiciliarios, entre otros. Sin embargo, el factor que más ha influido en el crecimiento poblacional ha sido la migración, debido a

la búsqueda de mejores fuentes de empleo, ingresos, educación y acceso a la salud por parte de los pobladores de municipios vecinos.

Área	Viviendas Censo	Hogares General	Personas 2005	Proyección Población 2010
Cabecera	503.555	544.793	2.039.626	2.207.994
Resto	10.287	10.125	35.754	36.645
Total	513.842	554.918	2.075.380	2.244.639

Tabla 2. Número de viviendas, hogares y personas censo 2.005 y proyección al año 2.010



Figura 23. Población de la ciudad de Santiago de Cali por sexo.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

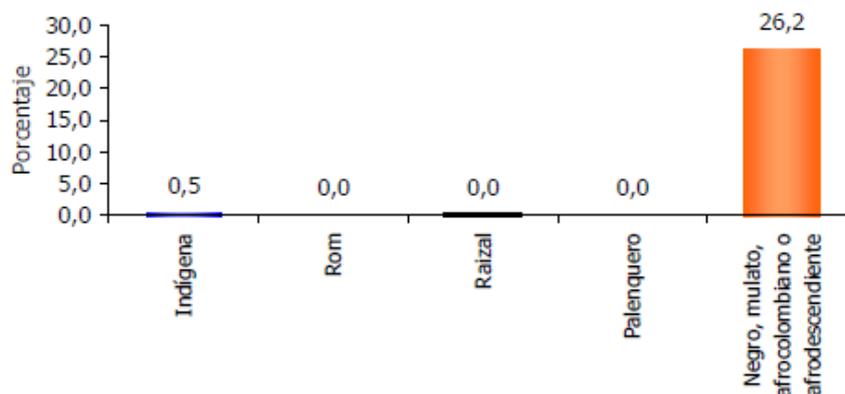


Figura 24. Pertenencia étnica

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

El 26,2% de la población residente en Cali se auto-reconoce como negro, mulato, afrocolombiano o afro descendiente.

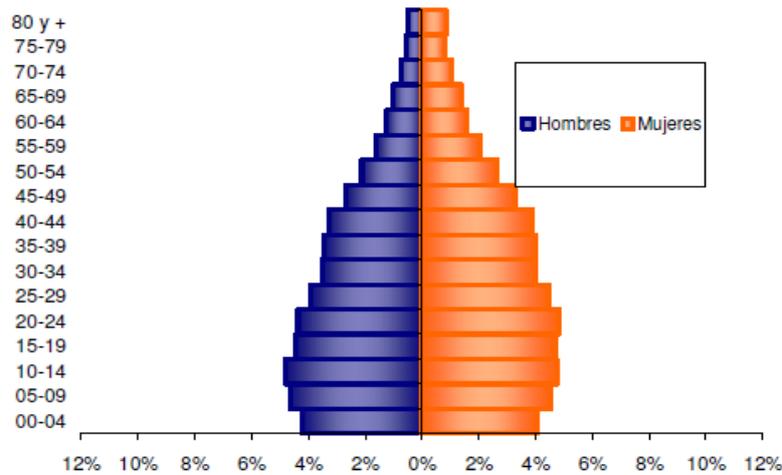


Figura 25. Estructura de la población por sexo y grupos de edad.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

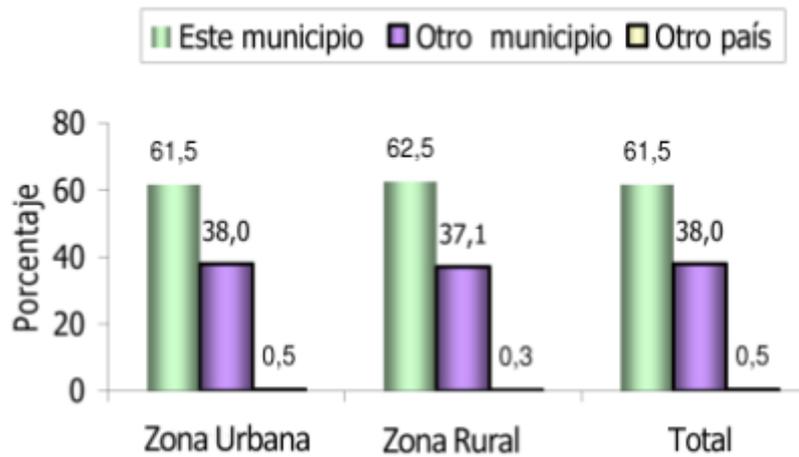


Figura 26. Distribución de la población según lugar de nacimiento.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

El 38,5% de la población de Cali nació en otro municipio o en otro país.

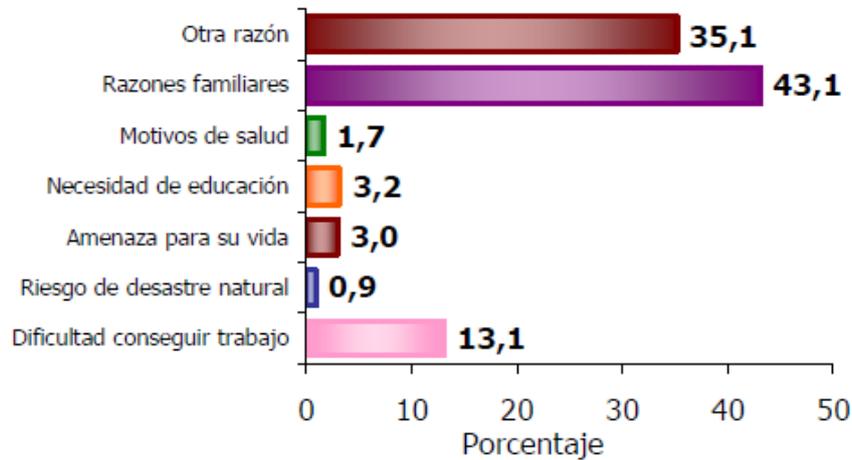


Figura 27. Causa cambio de residencia en los últimos cinco años.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

El 43,1% de la población de Cali que cambió de residencia en los últimos cinco años, lo hizo por razones familiares; el 13,1% lo hizo por dificultad para conseguir trabajo; el 3,0 % por amenazas para su vida y el 35,1% por otra razón.

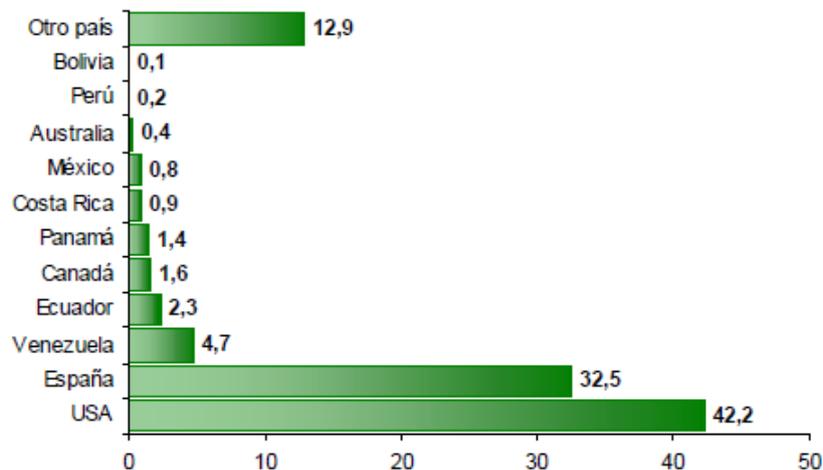


Figura 28. Porcentaje de personas viviendo en el exterior.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

Se evidencia: Del total de hogares el 6,7% tiene experiencia emigratoria internacional. Del total de personas de estos hogares, residentes de forma permanente en el exterior el 42,2% está en USA, el 32,5% en España y el 12,9% en otro País.

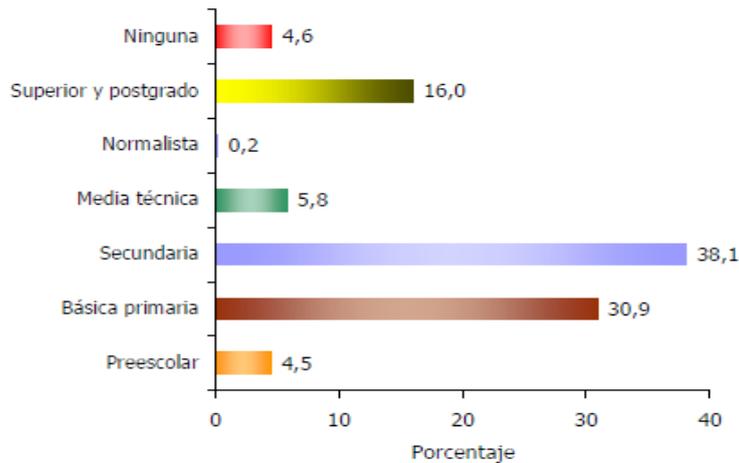


Figura 29. Nivel educativo en la ciudad de Cali.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

El 30,9% de la población residente en Cali, ha alcanzado el nivel básica primaria; el 38,1% ha alcanzado secundaria y el 16,0% el nivel superior y postgrado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 4,6%.

4.1.3. Vivienda

La tendencia de segregación espacial de la actividad residencial que se viene observando desde la década del 50-60 se afirma en la década de los años 80 con el proceso de urbanización descontrolada en el Oriente de la ciudad y de los cerros bajos (cuenca del río Aguacatal, Cañaveralejo y margen derecha del río Meléndez) entre otros sectores.

Actualmente esta segregación se ha consolidado como consecuencia de las características socioeconómicas de la población, y esta tendencia ha sido reafirmada por la localización de los programas oficiales de Vivienda de Interés Social (VIS) en los sectores más deprimidos de la ciudad.

Los asentamientos subnormales de ladera sumados a los riesgos y amenazas naturales, han fortalecido sus condiciones de marginalidad debido a la falta de dotación de servicios públicos, equipamientos y zonas recreativas, vías que garanticen la accesibilidad y espacio público adecuado.

En conclusión, los estratos 1 y 2 se han consolidado en los bordes Occidentales y Orientales de la ciudad, es decir, las zonas de mayor conflicto ambiental como los cerros y el río Cauca. Los estratos 4 y 3 se consolidan en una franja plegada hacia el Oriente, mientras que en los ejes Norte-Sur se han reafirmado los estratos 5 y 6.

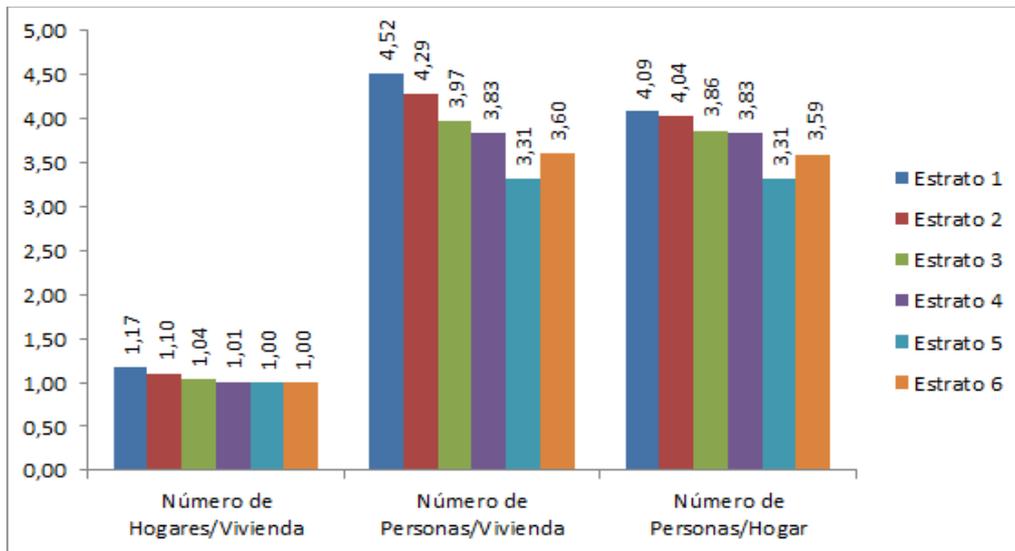


Figura 30. Número de personas por vivienda y hogar según el estrato socioeconómico.

Fuente: Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL 2009)

A continuación se representan algunos datos estadísticos del DANE en materia de vivienda en la ciudad de Cali:

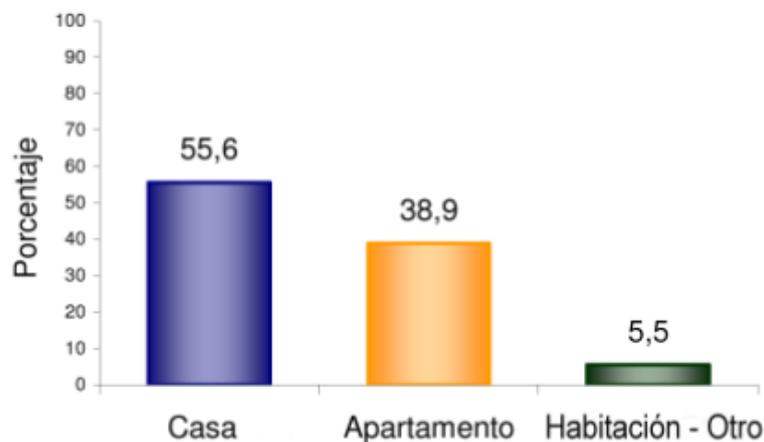


Figura 31. Tipos de Vivienda

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

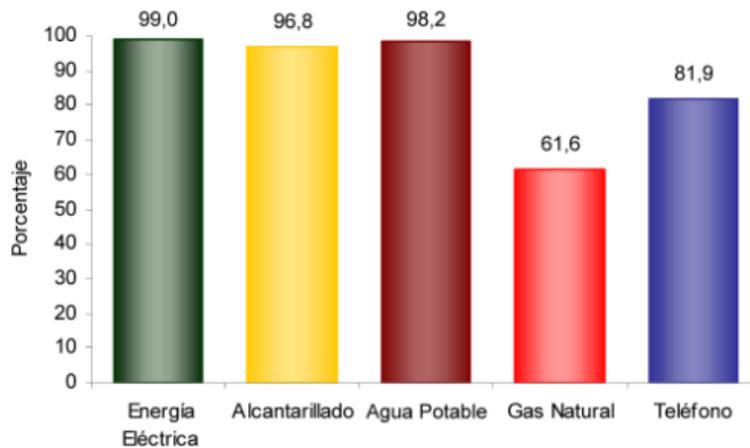


Figura 32. Servicios con que cuenta la vivienda.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

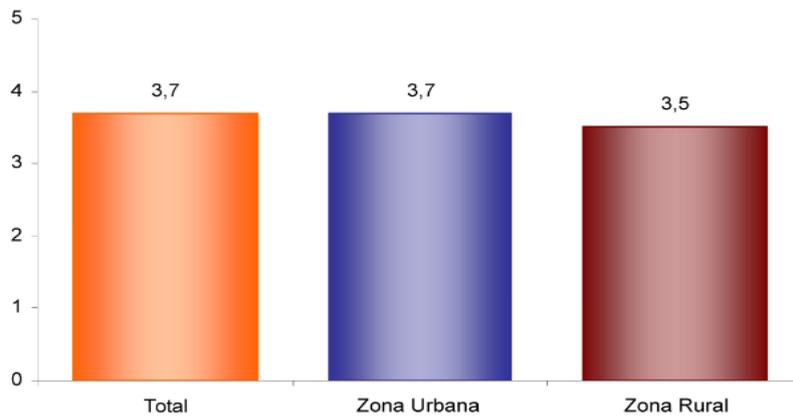


Figura 33. Promedio de personas por hogar.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

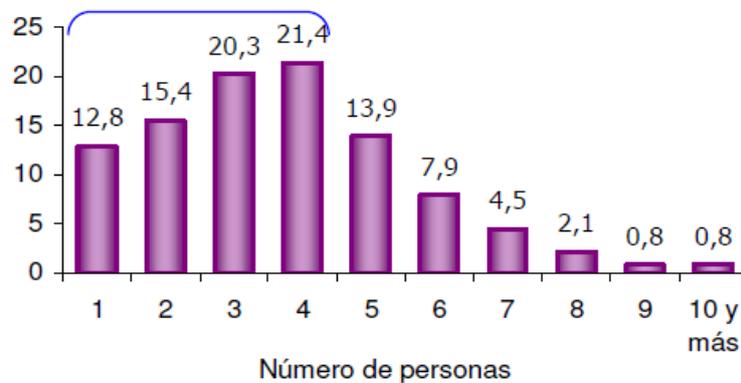


Figura 34. Hogares según número de personas.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

Aproximadamente el 70,0% de los hogares de Cali tiene 4 o menos personas y el número promedio de hogares por viviendas: 1,06

4.2. Déficit de Vivienda en la ciudad de Cali

El déficit de vivienda hace referencia a los hogares que habitan en viviendas con carencias habitacionales tanto por déficit cuantitativo como cualitativo, y por tanto requieren una nueva vivienda o mejoramiento de la unidad habitacional en la cual viven.

- **Déficit Cuantitativo**

Estima la cantidad de viviendas que la sociedad debe construir para que exista una relación uno a uno entre las viviendas adecuadas y los hogares con más de dos miembros que requieren alojamiento; es decir, es la comparación entre el número de hogares con más de dos personas y el número de viviendas existentes.

- **Déficit Cualitativo**

Este corresponde a las viviendas que presentan carencias habitacionales en aspectos como la estructura, espacio y a la disponibilidad de servicios públicos y por tanto, requieren mejoramiento o ampliación de la unidad habitacional en la cual viven.

siendo este 13.21% por necesidad de vivienda nueva y 27.07% por requerimientos de mejoramiento. En este caso se debe tener en cuenta que la zona rural, de acuerdo con las caracterizaciones previas presenta los más bajos índices de cobertura en servicios públicos, que son un componente importante del déficit cualitativo.

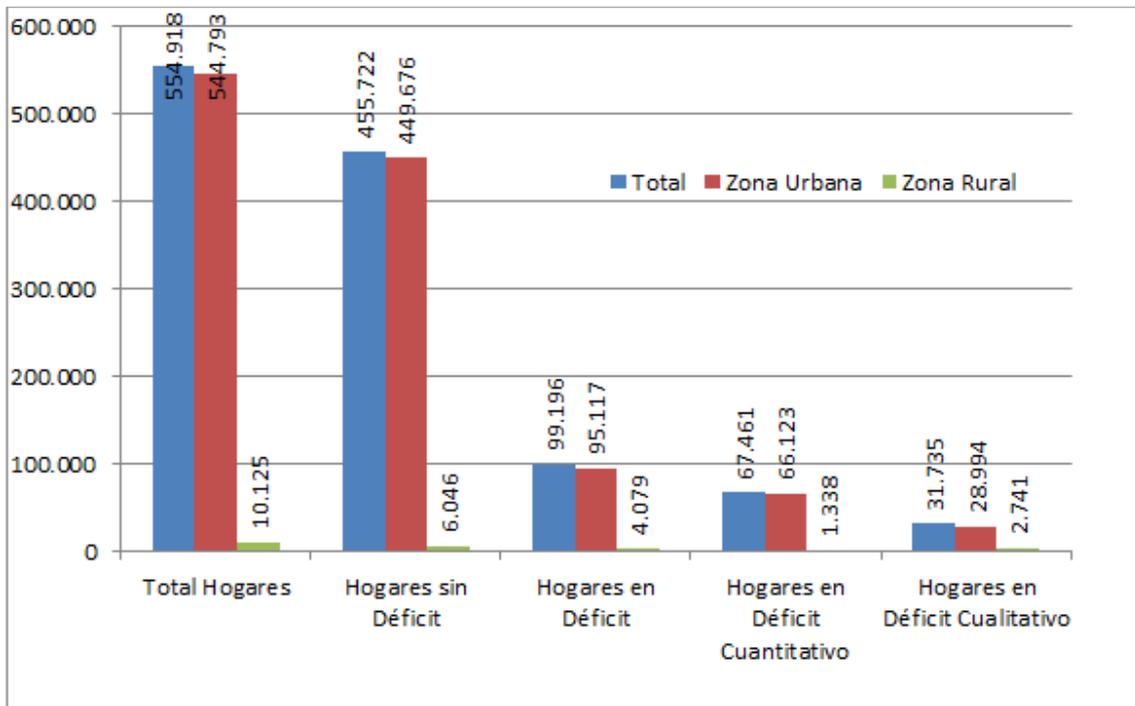


Figura 35. Déficit de vivienda en la ciudad de Cali - DANE 2005

En el año 2007 la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) con el propósito de determinar una política de vivienda que respondiera a las necesidades de la población, realizó un estudio interdisciplinario para conocer el déficit habitacional en la capital del departamento del Valle del Cauca (CAMACOL, 2007). El déficit habitacional proyectado para el año 2010 a partir del censo de población del DANE, determinó que era necesario construir 96.958 soluciones nuevas y mejorar cualitativamente las condiciones de 29.106 unidades; es decir, que en la ciudad era necesario brindarles solución de vivienda a 126.063 familias.

Las Cajas de Compensación Familiar son entidades sin ánimo de lucro cuya función es otorgar a los trabajadores afiliados la prestación de servicios de salud integral, recreación, educación y los subsidios para la adquisición de Vivienda de Interés Social. Según reportes de prensa (País, 2006) el déficit habitacional en la ciudad se incrementa anualmente en 13.000 viviendas,

mientras que las cajas de compensación como Comfandi y Comfenalco solo cubren una oferta de mil viviendas cada una.

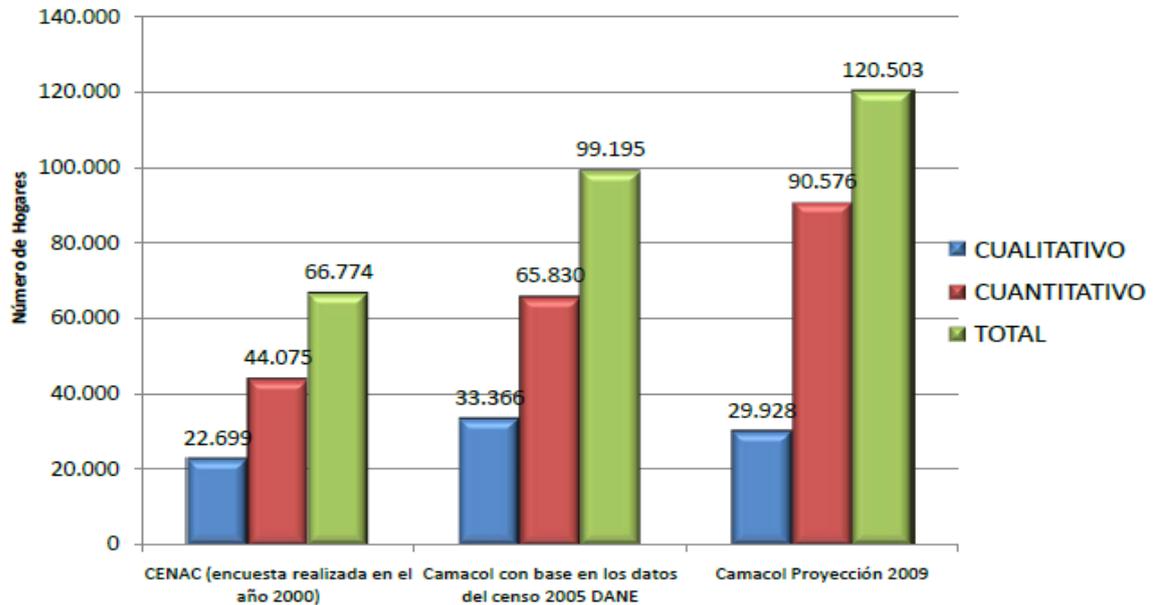


Figura 36. Evolución del déficit de vivienda en la ciudad de Cali - Años 2000 - 2005 - 2009

Finalmente, CAMACOL en su informe del déficit cuantitativo de vivienda de la ciudad de Cali (CAMACOL, 2007), plantea la necesidad de realizar una gestión habitacional con programas integrales, en búsqueda de un menor ritmo de crecimiento de la población en zonas de la ciudad con alta vulnerabilidad socioeconómica, además de incrementar anualmente a 8.456 el número de soluciones habitacionales, para así lograr superar en un horizonte de 20 años el déficit de vivienda en el municipio.

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) en su Artículo 12 plantea como objetivo general en materia de vivienda y asentamientos humanos, contener el crecimiento del déficit cuantitativo de vivienda y reducir el déficit cualitativo, de manera que contribuya simultáneamente al mejoramiento de la calidad de vida de la población en condiciones de pobreza; a elevar la calidad urbanística de las áreas residenciales y a activar el desborde del crecimiento urbano hacia áreas no urbanizables. Además, dentro de su política de vivienda tiene que:

- Buscar el mejor aprovechamiento de los terrenos en los cuales los procesos de adecuación no requieran la implementación de tecnologías especiales, influyendo en los costos finales y en el precio de venta.

- Bajo el concepto de desarrollo sostenible que concibe el desarrollo socio-económico acorde con el medio ambiente, es prioritario el manejo de los avances tecnológicos en el sector de la construcción, buscando la disminución en los costos y cuidando que se mantenga la calidad de vivienda y de los espacios.
- Se debe fortalecer la capacidad investigativa en los siguientes temas:
 - ✓ Nuevos materiales de construcción.
 - ✓ Soluciones de vivienda adecuadas para los diferentes niveles de ingresos.
 - ✓ Estudios socio-económicos y culturales sobre la población objeto del programa de vivienda.

4.3. Usos del Suelo

De conformidad con lo dispuesto en el Capítulo IV de la Ley 388 de 1997, el suelo del Municipio de Santiago de Cali se clasifica en urbano, de expansión urbana, rural, suburbano y de protección.

4.3.1. Suelo Urbano

Constituyen el suelo urbano, las áreas del territorio distrital o municipal destinadas a usos urbanos por el POT, que cuenten con infraestructura vial y redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, posibilitándose su urbanización y edificación, según sea el caso. Podrán pertenecer a esta categoría aquellas zonas con procesos de urbanización incompletos, comprendidos en áreas consolidadas con edificación, que se definan como áreas de mejoramiento integral en los planes de ordenamiento territorial.

Las áreas que conforman el suelo urbano serán delimitadas por perímetros y podrán incluir los centros poblados de los corregimientos. En ningún caso el perímetro urbano podrá ser mayor que el denominado perímetro de servicios públicos o sanitarios (**Ver Anexo 1**).



4.3.2. Suelo de Expansión Urbana

Constituido por la porción del territorio municipal destinada a la expansión urbana, que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del POT, según lo determinen los Programas de Ejecución.

La determinación de este suelo se ajustará a las previsiones de crecimiento de la ciudad y a la posibilidad de dotación con infraestructura para el sistema vial, de transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas libres, y parques y equipamiento colectivo de interés público o social.

En la ciudad de Cali este suelo está conformado por el corredor Cali – Jamundí (Resolución 396 de noviembre 23 de 1999 confirmada mediante la Resolución 005 del 5 de enero de 2000, del Ministerio del Medio Ambiente) (**Ver Anexo 1**)

4.3.3. Suelo Rural

Constituyen esta categoría los terrenos no aptos para el uso urbano o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas.

De conformidad con lo anterior, se clasificó como suelo rural en el municipio de Santiago de Cali los sectores como La Riverita, Navarro, Normandía, Cañaveralejo y la Morelia (**Ver Anexo 1**).

4.3.4. Suelo Suburbano

Constituyen esta categoría las áreas ubicadas dentro del suelo rural, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad, diferentes a las clasificadas como áreas de expansión urbana, que pueden ser objeto de desarrollo con restricciones de uso, de intensidad y de densidad, garantizando el autoabastecimiento en servicios públicos domiciliarios, de conformidad con lo establecido en la Ley 99 de 1993 y en la Ley 142 de 1994. Podrán formar parte de esta categoría los suelos correspondientes a los corredores urbanos interregionales (**Ver Anexo 1**).

4.3.5. Suelo de Protección

Constituido por las zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualquiera de las anteriores clases, que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse (**Ver Anexo 1**).

Se establecen como suelos de protección las siguientes categorías:

- a) De protección ambiental.
- b) De protección por amenazas naturales.
- c) De protección para la reserva de suelos para los servicios públicos domiciliarios.
- d) De protección del patrimonio.

4.4. Zonas de Expansión

El POT del año 2000 tiene como Política de Expansión y Control de Bordes:

“Orientar ordenadamente la urbanización de los suelos de expansión, fijando prioridades que sean congruentes con la disponibilidad de servicios públicos, y la demanda de vivienda y otras edificaciones y con los requerimientos para vivienda de interés social”

De acuerdo con la descripción dada en el punto 4.3.2 del presente documento, la única zona viable y que se puede definir como de expansión en la ciudad corresponde al Corredor Cali – Jamundí (**Ver Anexo 2**), el cual está confirmado mediante la resolución 005 del 5 de Enero del 2000, expedida por el Ministerio del Medio Ambiente.

- **Localización:** Se encuentra ubicado al sur de la ciudad, en el valle geográfico del río Cauca.
- **Área:** 1.669,22 Hectáreas.

- **Caracterización ambiental:**
 - Tipo de Suelo: Esta área se encuentra sobre suelos de dureza media con bajo potencial de licuación y ampliación de onda sísmica.
 - Niveles freáticos: medianamente profundos
 - Pendientes: estas varían entre el 3% y el 15% lo cual facilita el drenaje de aguas superficiales hacia los ríos Cauca, Jamundí o Canal CVC – Sur.
 - Amenaza por inundación o avalancha: esta zona se localiza por encima de los niveles de inundación máxima (registro de la creciente ocurrida en el año 1950).
 - Impacto ambiental: Se localiza a más de 2.0 Km de la zona de Navarro.
 - Uso potencial: Vocación agrícola.

- **Uso actual del suelo:** En el área predominan los usos en ganadería extensiva y agricultura con prominencia del cultivo de la caña de azúcar. Se encuentran zonas desarrolladas en usos institucionales, colegios y uso recreativo, vivienda aislada o en parcelaciones y centros deportivos.

- **Adecuación urbanística:** Para la adecuación de obras viales, infraestructura de servicios públicos y la construcción de edificaciones, esta área presenta las siguientes características:
 - Pendientes del terreno que garantizan bajos niveles de sedimentación en sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario, y como consecuencia, menores costos de operación y mantenimiento.
 - Menores costos de inversión inicial en sistemas de acueducto y alcantarillado, gracias a que las adecuadas pendientes del terreno facilitan menores profundidades para la instalación de las tuberías y menor diámetro de las mismas.
 - Dada la condición de los suelos, la solución vial puede desarrollarse en condiciones normales.

- Gracias a las adecuadas características de los suelos y los niveles freáticos, se facilita la instalación de infraestructura de servicios públicos (plantas de tratamiento de aguas residuales, colectores, redes de agua potable, entre otros).
- **Integración vial:** Se conecta fácilmente con el corredor Cali – Jamundí, Avenida Cañasgordas y el sistema actual de transporte Masivo Integrado de Occidente (MIO).
- **Elementos de la estructura de espacio público en el área de expansión:** Como elementos de estructura de espacio público de la zona plana se encuentran:
 - La ronda del río Lili que atraviesa esa área en el sector norte y algunas pequeñas quebradas.
 - Elementos naturales de referencia localizados en el área de ladera montañosa de la ciudad.
 - Establecimientos recreacionales como clubes campestres.
 - Casas de Hacienda.

El manejo del espacio público se realizará a través de la integración de la oferta ambiental existente al espacio público, en lo referente a recursos paisajísticos, rondas de río, vegetación arbórea en miradores y vías y desarrollo de ciclorutas a la malla vial existente, en vías principales y secundarias.

4.5. Planes Parciales

De acuerdo con la Ley 388 de 1997, Artículo 19, los planes parciales son:

“Instrumentos mediante los cuales se desarrollan y complementan las disposiciones de los planes de ordenamiento, para áreas determinadas del suelo urbano y para las áreas incluidas en el suelo de expansión urbana, además de las que deban desarrollarse mediante unidades de actuación urbanística, macroproyectos u otras operaciones urbanas especiales, de acuerdo con las autorizaciones emanadas de las normas urbanísticas generales, en los términos previstos en la presente Ley”.

Actualmente la administración municipal tiene proyectado la ejecución de diez planes parciales (**Ver Tabla 4**), con los cuales se aspira crear alrededor de 17.876 soluciones de vivienda nueva, generar amplias zonas de recreación y esparcimiento (centros comerciales, parques, zonas deportivas, pasajes ambientales, entre otros), reactivar el comercio en el centro de la ciudad, impulsar el desarrollo industrial, garantizar la sostenibilidad ambiental y mejorar la calidad de vida a familias que se encuentren en situaciones de pobreza y/o marginalidad.

ESTADO	PROYECTO	ÁREA DE PLANIFICACIÓN (Ha)	VIP*	No. VIP	VIS**	No. VIS	TOTAL DE VIVIENDAS	M2/VIVIENDA
ADOPTADOS PARA EJECUCIÓN	TALLERES DEL MUNICIPIO	13,96	0	0	700	0	700	46-64
	CALVARIO - SUCRE I	10,04	0	0	345	0	345	64
	HOYO - PILOTE	23,53	0	0	2092	630	2722	60
EN REVISIÓN Y FORMULACIÓN	SAN PASCUAL	12,00	500	0		0	500	55
	SAN NICOLÁS	81,70	1000	0		4000	5000	55
	CALVARIO - SUCRE II	53,00	500	0	4879	0	5379	52
PROXIMO A SU ADOPCIÓN CON ANUNCIO DE CONVOCATORIA PÚBLICA	PONDAJE Y CHARCO AZUL	26,12	3230	0,00	0	0	3230	52

VIP = Vivienda de Interés prioritario

VIS = Vivienda de Interés Social

Tabla 4. Listado de Planes Parciales en la ciudad de Cali.

Sin embargo, aunque la iniciativa de la renovación urbana a través de planes parciales para la recuperación de las zonas más deprimidas es necesaria e integralmente beneficiosa, es de resaltar que su implementación no cubrirá la creciente demanda de vivienda en la ciudad.

4.6. Geología Local

La parte alta del municipio corresponde al flanco oriental de la Cordillera Occidental, está formada por rocas de la Formación Volcánica (Kv), principalmente diabasas, por rocas sedimentarias del Terciario (T), principalmente areniscas, limolitas y algunos mantos de carbón. Las rocas sedimentarias en algunos sectores se encuentran parcialmente alteradas, conformando grandes depósitos de derrubio o coluviones (Qco). **En el Anexo 3** se muestran las unidades geológicas superficiales.

En el sector Sur Occidental del municipio se tienen tobas y lodos volcánicos de la Formación Popayán (TQplp). Esta unidad localizada entre los ríos Meléndez y Lilí, presenta depósitos que están meteorizados. Al sur, hacia ciudad Jardín y Pance pueden corresponder a conos derivados de antiguas avenidas torrenciales de los ríos.

En algunos sectores se encuentran depósitos de saprolito de diabasa, roca meteorizada transformada en suelo arcilloso de color rojizo que forma la unidad Q/Kv, y otros depósitos producto de la meteorización y erosión de las diabasas, compuestos por fragmentos de roca en matriz limo arcillosa y depósitos de rocas sedimentarias compuestos por fragmentos de roca en matriz de arcillas rojas y amarillentas que corresponden a las unidades QvK y QvT.

La mayor estabilidad de las rocas diabásicas se presenta cuando no están fracturadas o con perfiles de suelos meteorizados menores a 1,0 metros de profundidad. Las rocas sedimentarias, tienen una estabilidad relativamente alta cuando los estratos están contra la pendiente topográfica y baja cuando están en el mismo sentido de ésta.

La unidad TQplp, también conocida como Formación Jamundí, tiene poca estabilidad entre los ríos Lilí y Meléndez. Al Sur, las áreas de ciudad Jardín y Pance son más estables por menor meteorización y por pendientes más suaves.

4.6.1. Marco Sismo Tectónico

Latinoamérica es considerada como una de las regiones sísmicas más activas en el mundo, una región en donde el peligro de terremotos amenaza, en grandes partes del continente, toda la vida humana (Schulz, 1965).

La actividad sísmica se concentra en un cinturón que se estrecha a lo largo del océano Pacífico. Incluyendo, además de la región costera, los Andes sudamericanos y su prolongación, al lado del Pacífico en Centroamérica y México. Un segundo cinturón de alta actividad sísmica, incluye las Islas Antillas y su conexión con la región andina. Fuera de estos cinturones la actividad sísmica queda sin importancia (Schulz, 1965).

La sismicidad de la región sur-occidental de Colombia se distingue porque hace parte de la zona de convergencia de las placas tectónicas *Nazca* y *Suramérica*. Esto hace que el ambiente geológico sea el de mayor nivel de actividad sísmica del país y sea reconocida como la región sismo-tectónicamente más compleja de Suramérica.

Santiago de Cali se encuentra localizada sobre el área de influencia sísmica ubicada en el oeste del *Bloque Norandino*, sobre una micro-placa que linda al oeste con la placa oceánica de Nazca, al este con la placa Suramérica y al norte con la placa Caribe. Los dos límites de placa más cercanos a la ciudad son de carácter compresivo, primordialmente. El más importante, en cuanto a su nivel de dinámica y por tanto también como fuente de sismicidad es la *zona de subducción*. De este sistema de placas y su respectiva cinemática resulta un régimen sismo-tectónico que da como resultado las siguientes fuentes potenciales de sismicidad:

- **La zona de subducción:**

Es la zona de convergencia entre la placa de Nazca y Suramérica/Bloque Norandino, cuya traza superficial está localizada frente a la Costa Pacífica. Las zonas de subducción son, a escala global, el tipo de fuente sísmica de mayor actividad y amenaza, en términos de las magnitudes máximas y de períodos de recurrencia, allí se generaron dos de los sismos más grandes que han afectado a Colombia, durante el período de registro instrumental (enero 1906, diciembre 1979) y más recientemente, el de Noviembre de 2004, que tuvo su epicentro en la Costa Pacífica, frente a la población de Pizarro, Chocó. Para esta fuente potencial de sismicidad, se ha estimado que la magnitud 7.5 tiene una recurrencia promedio entre 20 y 40 años y puede alcanzar magnitudes de 8.6 (Woodward Clyde, 1983). Su sismicidad es de tipo profundo, con focos hipocéntricos de más de 100 Km. A partir del análisis de sismicidad actual e histórica, se han definido tres segmentos: el segmento norte, que representa la subducción del bloque Coiba bajo el extremo noroeste de Colombia; el segmento centro, con una fuente en la fosa y una más en la zona de Benioff definida bajo el Viejo Caldas; el segmento sur, frente a las costas del Valle del Cauca, Nariño y norte de Ecuador (Ver Figura 37.)



Figura 37. Fuentes potenciales de sismicidad, asociadas a la subducción.

Fuente: Estudio de microzonificación Sísmica Santiago de Cali.

- **La zona de Wadati-Benioff (W-B)**

Es la continuación de la *zona de subducción* en profundidad, con sismicidad de focos intermedios y profundos, de 50 km hasta más de 100 km de profundidad. La zona de W-B del Occidente de Colombia tiene sus mayores niveles de actividad en el segmento que corresponde al Valle del Cauca y Eje Cafetero. El sismo fuerte más reciente ocurrió en febrero de 1995 (Calima-Darién). Históricamente ha sido la fuente de la mayoría de terremotos con intensidades intermedias en el área de Cali. Para esta fuente se ha estimado que los sismos con magnitud 7.5 tendrán un período de recurrencia promedio de 16 años (Woodward Clyde, 1983).

- **Los sistemas de fallas superficiales o corticales**

Son consecuencia de la transmisión de esfuerzos y deformaciones al interior de las placas a partir de la fuente primaria, la *zona de subducción*, de la oblicuidad de la convergencia en ésta, y en el caso particular del *Bloque Norandino* de la zona de convergencia continental en su límite oriental. Los eventos de mayor magnitud con registro instrumental en una de las fallas superficiales de la región, Sistema Cauca-Almaguer, han sido el terremoto de Páez (junio 6 de 1994, M = 6.4), en el departamento del Cauca y el terremoto del eje cafetero en Enero de

1999. Un evento de esta magnitud, sobre una de las *fallas superficiales* más próximas a las áreas del proyecto que actualmente presentan actividad microsísmica, podría tener aceleraciones muy superiores a las de la Norma NSR-10. Sin embargo, estas *fuentes superficiales continentales* genéricamente tienen ciclos de recurrencia del orden de miles de años. El estudio de Microzonificación de Cali, identificó 48 fuentes sismogénicas corticales, las cuales se presentan como áreas poligonales, asociadas a fallas o segmentos de fallas (Ver Figuras 38 y 39.)

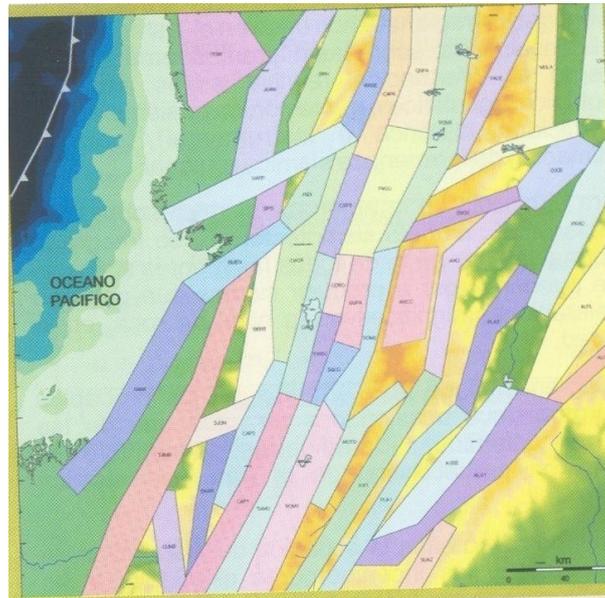


Figura 38. Fuentes potenciales de sismicidad, asociadas a fallas corticales.

Fuente: Estudio de microzonificación Sísmica Santiago de Cali.

4.6.2. Respuesta Sísmica Local

Previamente a la redacción de la Norma Sismo Resistente Colombiana se realizaron una serie de estudios que determinaron el grado de amenaza sísmica de las diferentes regiones del país, y se encontró que alrededor de 12 millones de colombianos de 475 municipios se encuentran en zonas de amenaza sísmica alta; es decir, el 35% de la población; aproximadamente 17 millones de habitantes de 435 municipios están localizados en zonas de amenaza sísmica intermedia, equivalentes al 51% de la población del país; y aproximadamente 5 millones de habitantes en 151 municipios están localizados en zonas de amenaza sísmica baja, es decir el 14% del total de la población. Es decir, que el 86% de los colombianos se encuentran bajo un nivel de riesgo sísmico apreciable, que no solamente depende del grado de amenaza sísmica sino también del grado de vulnerabilidad que en general tienen las edificaciones en cada sitio (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010). La ciudad de Cali tiene una vulnerabilidad sísmica alta de acuerdo con la NSR-10 y la **Figura 40**.

De acuerdo con los antecedentes estudiados previamente y ante la inminente amenaza sísmica de la población caleña, la administración municipal se vio en la inmediata necesidad de contratar con los diferentes departamentos técnicos un *estudio de microzonificación sísmica* para la ciudad. Con el propósito fundamental de poder registrar, calcular y modelar el efecto local, en términos de los períodos dominantes y el factor de amplificación para cada uno de los suelos de la ciudad.

Grandes extensiones del norte y oriente de Cali se encuentran sobre suelos de arcillas contracto-expansivas, con deformaciones estacionales. Los terremotos recientes (1979, 1991, 1992, 1994, 1995) y los muy localizados daños que ocasionaron han hecho evidente que en algunas partes de la ciudad existen “microzonas” con suelos de alta capacidad de respuestas y amplificación de ondas sísmicas. De igual manera el estudio de Microzonificación Sísmica determinó algunas áreas del piedemonte y cerros tutelares, cuya topografía tiende a ser de ondulada a fuerte, en donde es posible que se presenten fuertes amplificaciones debido a esa morfología.

Las características geológicas superficiales de los terrenos son determinantes para la transmisión de movimientos sísmicos; mientras que en un terreno

Sin embargo, numerosas evaluaciones geotécnicas realizadas en años recientes por el Observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente (OSSO) determinaron que existen vastos terrenos susceptibles de licuación. De igual manera existen áreas de suelos blandos que pueden causar grandes deformaciones irreversibles en estructuras ante la acción de vibraciones sísmicas.

En conclusión, el proyecto de la Microzonificación Sísmica de la ciudad de Santiago de Cali permitió identificar los posibles sitios de ocurrencia, tamaños y frecuencias de futuros sismos que puedan originar movimientos significativos del suelo en la ciudad (**Ver Anexo 4.**)

4.7. Comportamiento del Sector de la Construcción de Vivienda en Cali

Los recientes estudios realizados por CAMACOL demuestran la fuerte dinámica que ha ocurrido en la ciudad durante los últimos años en materia de vivienda, gracias a la rápida reactivación económica del país, producto de la creciente demanda energética, producción industrial, exportaciones, reducción de las cifras de desempleo, entre otras. Sin embargo, aunque de igual manera ha crecido la actividad edificadora acompañada de la producción industrial de materiales (cemento, ladrillo, acero, etc.), no existe una política ambiental y/o de desarrollo sostenible clara que reduzca el gran impacto que esto puede generar, como por ejemplo, implementar la construcción de viviendas con materiales renovables como la guadua, proyecto objeto de estudio en este documento. A continuación se dan a conocer las cifras obtenidas por CAMACOL (CAMACOL Valle, 2012) en materia de vivienda con sus respectivos análisis para la ciudad de Santiago de Cali y su zona de influencia (municipios vecinos: Candelaria, Yumbo, Jamundí y Palmira):

- Para el primer trimestre del año 2012, el 52% de las unidades de vivienda iniciadas en Cali corresponden a NO VIS, mientras que el 48% restante corresponde a VIS. Lo anterior representó un incremento del 14,5% con respecto al año anterior.
- Cali representa el 6% de las obras de vivienda culminadas a nivel nacional. Cifra que se encuentra muy por debajo con ciudades como

Bogotá y Medellín con porcentajes de participación del 49% y 19% respectivamente.

- El total de unidades culminadas en la ciudad para el primer trimestre de 2012 fue de 1500, lo cual es una reducción del 32,2% frente al mismo período del año 2011.
- A nivel nacional la cartera hipotecaria presentó un crecimiento del 16% en el primer trimestre del año 2012 con respecto al mismo período del año anterior. En el Valle del Cauca se presentó un aumento del 12,4% en la cartera hipotecaria al pasar de \$2'130.101 millones (1065,05 millones de EUR) a \$2.395.169 millones (1197,58 millones de EUR)
- Con respecto a los costos de construcción, la ciudad de Cali tuvo una variación en el mes de Abril del 4,55% con respecto al año anterior. El tipo de vivienda multifamiliar presentó un alza del 4,52% y la vivienda unifamiliar del 4,59%. Lo anterior gracias al alza a nivel nacional en los precios de cemento (21,57%), hormigón (15,26%), ladrillo (11,52%) y bloques de cemento (11,13%).
- Las ventas presentaron una caída del 4,90% con respecto período Enero – Marzo de 2011 ocasionado principalmente por la caída del -22,5% en las ventas de VIS. Las ventas de NO VIS tuvieron un alza del 25.1%. Para el análisis de Junio de 2012 las ventas se contrajeron un 28.4% con respecto al mismo mes del año anterior (**Ver Figura 41**).

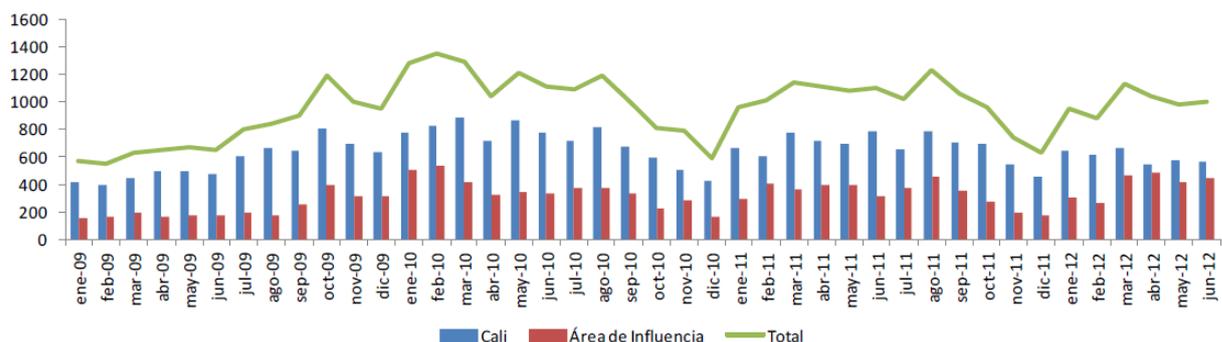


Figura 41. Comportamiento de ventas de vivienda en la ciudad de Cali y su área de influencia 2009 - 2012.

Fuente: SIG Coordinada Urbana – CAMACOL Valle

La **Figura 42** y la **Tabla 5** muestran respectivamente un importante descenso en el lanzamiento y ventas de VIS, las cuales se encuentran principalmente enfocadas hacia el mejoramiento de la calidad de vida de familias de escasos recursos económicos.

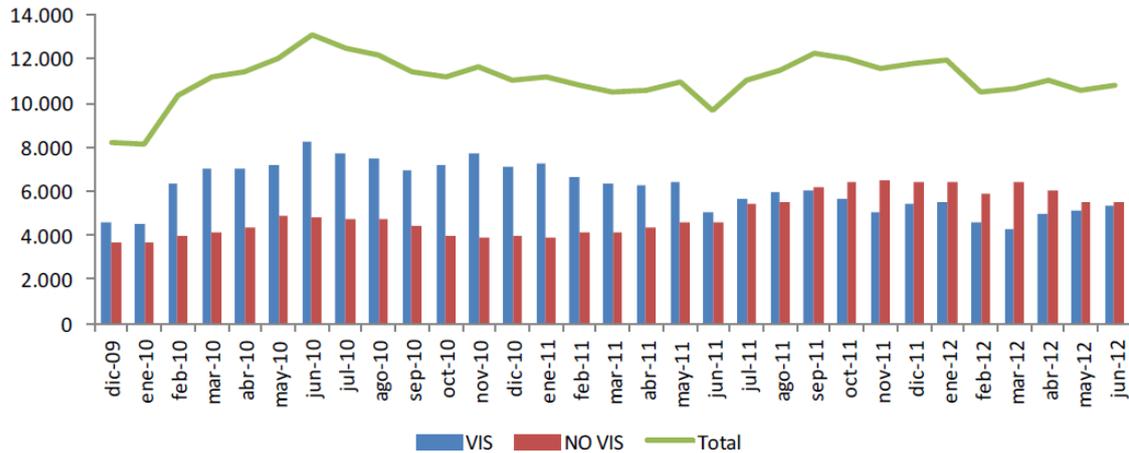


Figura 42. Unidades de viviendas lanzadas en Cali y su área de influencia 2010 – 2012.

Fuente: SIG Coordinada Urbana – CAMACOL Valle

Los proyectos VIS aunque presentan grandes avances en su formulación, se han visto seriamente afectados en su implementación durante los últimos años por falta de fluidez de algunas entidades estatales en los trámites de tipo ambiental, legal y jurídico, así como también el incumplimiento de requisitos y aspectos técnicos de algunas propuestas de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad.

De otra parte, una vez son adjudicados a contratistas los proyectos para la construcción de VIS, se presentan retrasos en los periodos de ejecución que implican variaciones en los costos planteados inicialmente.

Ventas Cali según estrato Socioeconómico 2007-2011						
Estrato	abr-10	dic-10	abr-11	Variación mensual Abr-11/Dic-10	Variación mensual Abr-11/Abr-10	Participación Abril 2011
1	21	0	0	0%	0%	0%
2	182	40	72	-60%	80%	10%
3	175	134	121	-31%	-10%	17%
4	185	109	313	69%	187%	43%
5	123	111	199	62%	79%	27%
6	27	25	26	-4%	4%	4%
Total	713	419	731	3%	74%	100%

Tabla 5. Ventas de vivienda en Cali por estrato Socioeconómico.

Fuente: SIG Coordinada Urbana – CAMACOL Valle

4.8. Sistemas Constructivos en la Ciudad de Cali

La actual Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 reconoce cuatro tipos generales de sistemas estructurales de resistencia sísmica los cuales son:

- Sistema de muros de carga
- Sistema de pórtico
- Sistema combinado

Que a su vez son subdivididos de acuerdo al grado de disipación de energía del material estructural utilizado (**Ver Figura 43 y Tabla 6**):

- **Capacidad Especial de Disipación de Energía (DES):** Se relaciona con el nivel de diseño sísmico alto o ductilidad local óptima del sistema estructural.
- **Capacidad Moderada de Disipación de Energía (DMO):** Nivel de diseño sísmico medio o ductilidad local moderada del sistema estructural.
- **Capacidad Mínima de Disipación de Energía (DMI):** Nivel de diseño sísmico bajo o ductilidad local baja del sistema estructural.

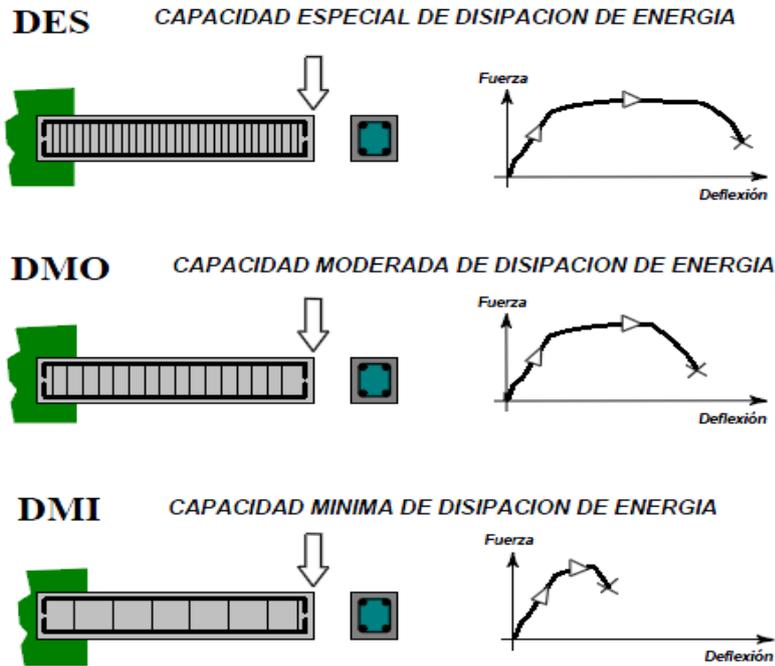


Figura 43. Definición de la capacidad de disipación de energía según la NSR-10.

Y con base en lo anterior, la norma regula que independiente del sistema estructural, se debe construir con un nivel de diseño sísmico alto para zonas de amenaza sísmica alta, tal como lo muestra la siguiente tabla:

CAPACIDAD DE DISIPACION ENERGIA	ZONA DE AMENAZA SISMICA		
	BAJA	INTERMEDIA	ALTA
MINIMA DMI	✓	no	no
MODERADA DMO	✓	✓	no
ESPECIAL DES	✓	✓	✓

Tabla 6. Restricciones al uso de sistemas y materiales estructurales según la NSR-10.

Sin embargo, tal como se mencionó en el apartado 4.2, la ciudad ha tenido un crecimiento demográfico acelerado que ha provocado el desarrollo de asentamientos subnormales con un tipo de urbanismo desorientado y sin control, que sumado a la situación socioeconómica de dicha población, ha generado unas condiciones habitacionales desfavorables.

Esta población migratoria se ha concentrado en su gran mayoría en las zonas de ladera donde existe el riesgo por deslizamiento y en el oriente de la ciudad donde los suelos son susceptibles a licuación de acuerdo con el Estudio de Microzonificación Sísmica. Los tipos de vivienda que prevalecen en estos sectores constan de materiales como madera, ladrillo, cemento y arena, que sumado a la baja calidad de los mismos y de la mano de obra, constituye un riesgo inminente ante la ocurrencia de cualquier fenómeno natural, además de que no cumplen con ningún tipo de especificación técnica de acuerdo a la NSR-10.

Actualmente no existe un estudio detallado que clasifique a la totalidad de las viviendas por su tipo de sistema constructivo. Sin embargo, la base de datos del DANE brinda información del número de viviendas iniciadas según el sistema constructivo y catalogadas como VIS y NO VIS desde el tercer semestre del año 2007 al segundo semestre del año 2012 (Ver Figuras 44 y 45).

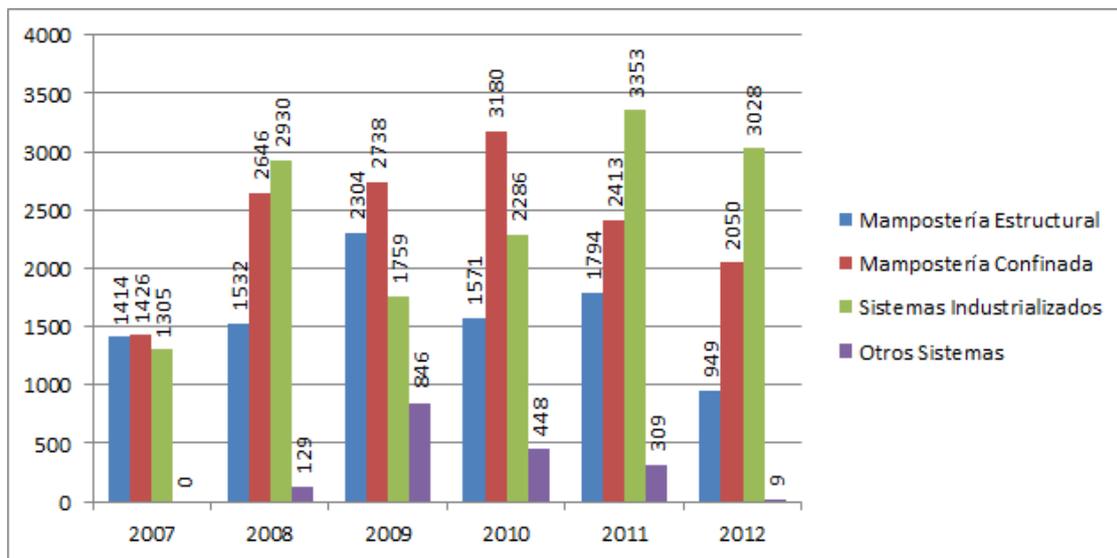


Figura 44. Número de viviendas iniciadas en Cali anualmente y de acuerdo con el tipo de sistema constructivo.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

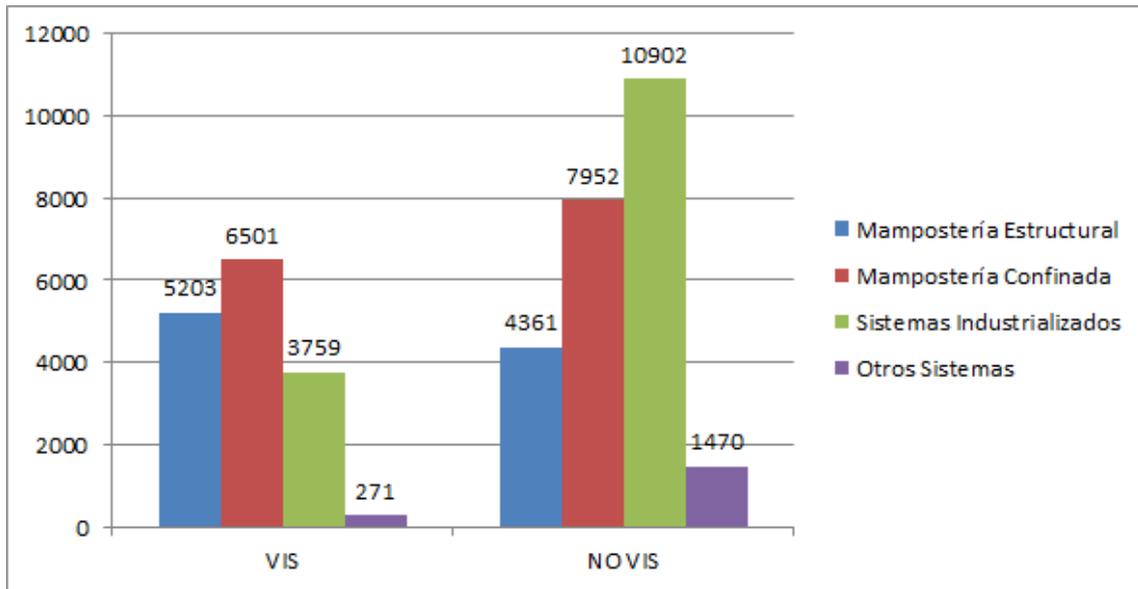


Figura 45. Número de viviendas iniciadas en Cali de acuerdo al tipo de vivienda y al tipo de sistema constructivo para el período 2007 - 2012

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

Las gráficas anteriores demuestran que en principio hay un decrecimiento en la inversión de Vivienda de Interés Social (VIS) y un crecimiento en la inversión para la construcción de Vivienda de NO Interés Social (NO VIS), lo cual indica que se está reduciendo la oferta para cubrir una de las necesidades básicas de la población vulnerable en la ciudad de Cali. Por otra parte, prevalece la construcción de vivienda con sistemas industrializados y mampostería, frente a otras metodologías de construcción consecuentes con el medio ambiente, de bajo costo y accesible a dicha población.

5. ESTUDIO DE MERCADO

Previo a la realización de cualquier proyecto cuyo objetivo sea la venta de un producto o servicio, se considera necesaria la realización *a priori* de una Investigación de Mercados para conseguir información que facilite el proceso de toma de decisiones. Estas decisiones están relacionadas con la identificación y evaluación de cursos de acción para el lanzamiento de un producto o servicio nuevo, la promoción de uno existente y otras muchas actividades que se realizan en *marketing*. De esta manera la Investigación de Mercados no se reduce simplemente a la obtención de información de un segmento de clientes, sino que analiza conjuntamente el mercado, los competidores, el entorno social y tecnológico entre otros aspectos mediante metodologías técnicas como la estadística para concluir desde una perspectiva global cuáles son las mejores opciones a seguir (Pardo Camero, 2004).

Actualmente existen diversas metodologías para la investigación de mercados según el autor. En este documento se llevará a cabo una investigación como resultado de la combinación de conceptos desarrollados por varios autores que se han leído en el desarrollo de este proyecto, pero basándonos principalmente en la metodología planteada por Kinneer (Kinneer, et al., 2000) como se ilustra en la **Figura 46**.



Figura 46. Procedimiento para la Investigación de Mercado

5.1. Alcance y Objetivos del Estudio de Mercado

5.1.1. Alcance

El presente estudio busca obtener información de manera sistemática, suficiente y consistente que permita identificar las diferentes variables desde el punto de vista económico, social, cultural, etc., así como el nicho de mercado y clientes potenciales para la promoción de un proyecto innovador de Vivienda de Interés Social con un material autóctono, de poco impacto ambiental, económico y sismo resistente como la *guadua angustifolia*.

5.1.2. Objetivos

- Identificar y Analizar los clientes potenciales y las zonas de actuación para la promoción de un proyecto de vivienda sismo resistente con *guadua angustifolia* en la ciudad de Cali.
- Realizar un modelo de encuesta que permita recopilar información primaria y en campo acerca de las expectativas de los clientes potenciales con respecto al tipo de vivienda que se pretende promover.
- Recopilar información secundaria a través de internet y en diferentes entidades de carácter público y/o privado relacionadas con el tema de la promoción de viviendas en la ciudad de Cali.
- Analizar las características desde el punto de vista socioeconómico del mercado potencial para la promoción de viviendas sismo resistentes con *guadua angustifolia* en la ciudad de Cali.
- Realizar un análisis de la competencia a nivel local.
- Analizar los costos de venta por unidad de las viviendas, de acuerdo a las capacidades económicas de los clientes potenciales y los precios del mercado local.
- Realizar un matriz para el estudio de las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO) de la promoción de viviendas sismo resistentes con *guadua angustifolia* en la ciudad de Cali.

- Estudiar estrategias comunicación y comercialización para la promoción de viviendas sismo resistentes con *guadua angustifolia* en la ciudad de Cali.

5.2. Diseño de la Investigación y Fuentes de Datos

La Investigación del Mercado se ha planteado en dos fases que son las siguientes:

5.2.1. Investigación de Mercados Exploratoria

Se utiliza para las etapas tempranas de los procesos de toma de decisiones, donde se busca obtener información de primera mano ágilmente, para realizar un análisis preliminar de la situación con un gasto mínimo en tiempo y dinero. Este tipo de investigación es útil al momento de reconocer y definir determinado problema. El diseño de esta clase de investigación se caracteriza por ser recursivo y flexible. La metodología es útil para realizar un reconocimiento general de la oportunidad de negocio para la construcción de viviendas sismo resistentes de guadua en la ciudad de Cali.

Esta fase consistió en la recopilación de información secundaria de datos concretos con entidades públicas y/o privadas relacionadas con el sector de la construcción de vivienda en la ciudad de Cali como:

- Departamento Administrativo de Planeación Municipal de Santiago de Cali.
- Subdirección de Ordenamiento Urbanístico del Municipio de Santiago de Cali.
- Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) – Regional Valle.
- Lonja de Propiedad Raíz de Cali y Valle del Cauca.
- Curaduría Urbana Número Tres del Municipio de Santiago de Cali.
- Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano Regional.

Algunas de estas fuentes se contactaron vía telefónica, unas con visitas y entrevistas con funcionarios, otras a través del portal de internet de la misma entidad y la gran mayoría fue combinación de varias. Sin embargo, cabe resaltar que la información más fiable y representativa se halló en los informes

de CAMACOL, donde se encontraron análisis de tipo estadístico que favorecieron la ejecución del presente estudio y cubrieron una gran parte de las necesidades del mismo.

El estudio de oferta y demanda realizado por CAMACOL para el período Enero – Marzo de 2012 revela el estado actual, la dinámica y las características de la actividad edificadora, así como la situación del mercado y la disponibilidad a pagar por parte de los consumidores y perspectivas a corto plazo en la ciudad y su área de influencia; Dicha investigación consistió en el censo de 165 proyectos de vivienda en la ciudad y 52 en municipios vecinos, así como en la realización de 2.721 encuestas en Cali y su área de influencia.

5.2.1.1. Oferta de Vivienda en Cali

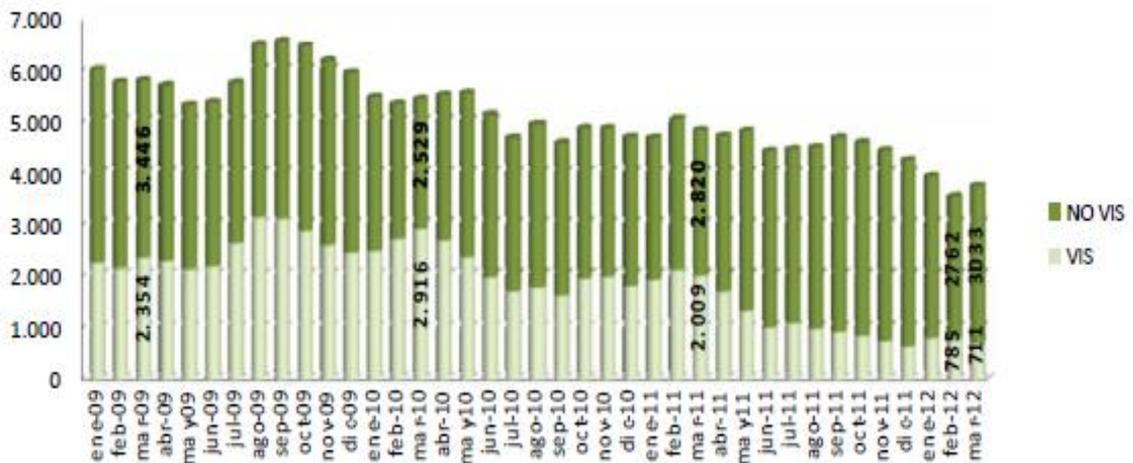


Figura 47. Unidades en oferta en Cali por VIS/NO VIS Período 2009 – 2012

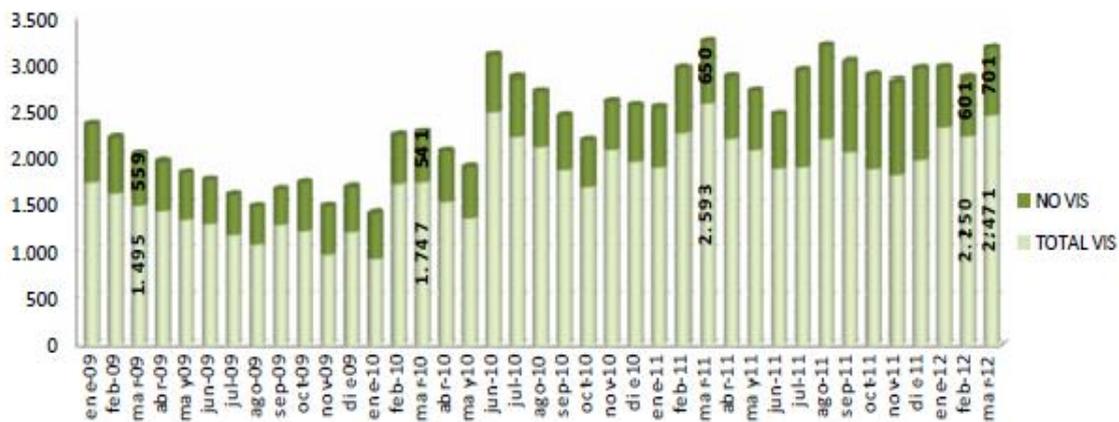


Figura 48. Unidades en oferta en el Área de Influencia por VIS/NO VIS Período 2009 - 2012

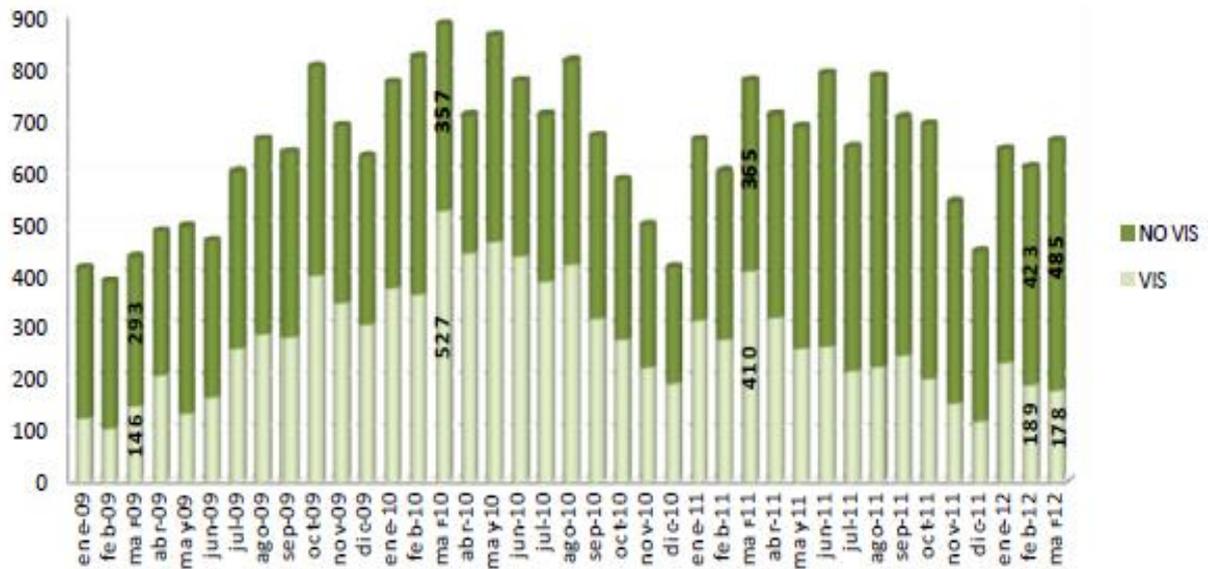


Figura 49. Unidades vendidas en Cali por VIS/NO VIS Período 2009-2012

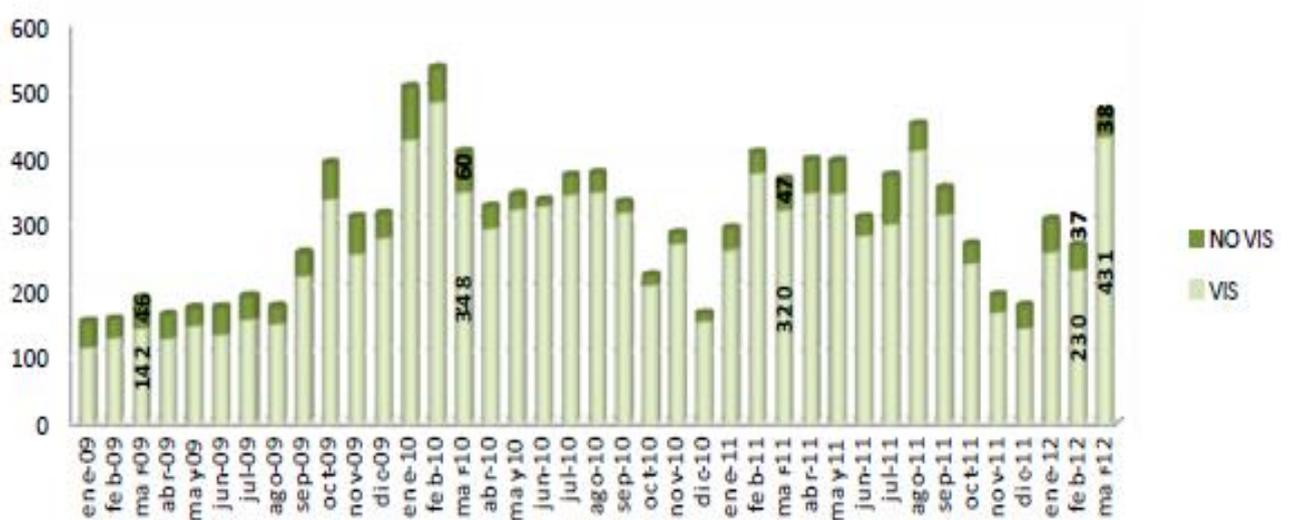


Figura 50. Unidades vendidas en el Área de Influencia por VIS/NO VIS Período 2009 - 2012

Las gráficas anteriores demuestran que existe una mayor oferta y venta de proyectos VIS en municipios vecinos que en la misma ciudad de Cali, lo cual se debe a las principales causas:

- Cuantiosos trámites para la aprobación de planes parciales en el área de expansión de la ciudad.

- Poca fluidez por parte de algunas entidades municipales para la aprobación de licencias ambientales, licencias de construcción y planes parciales.
- Incumplimiento de requisitos técnicos de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial por parte de algunos promotores de vivienda.

Las razones anteriores no ocurren en municipios vecinos, lo cual ha influido para que los promotores opten por desarrollar sus proyectos nuevos en otras zonas.

De otra parte, la reducción en la oferta de VIS en la ciudad se debe a que gran parte de estos proyectos de vivienda son nuevos y hay poca tendencia de las familias en vender su casa.

5.2.1.2. Caracterización de las viviendas

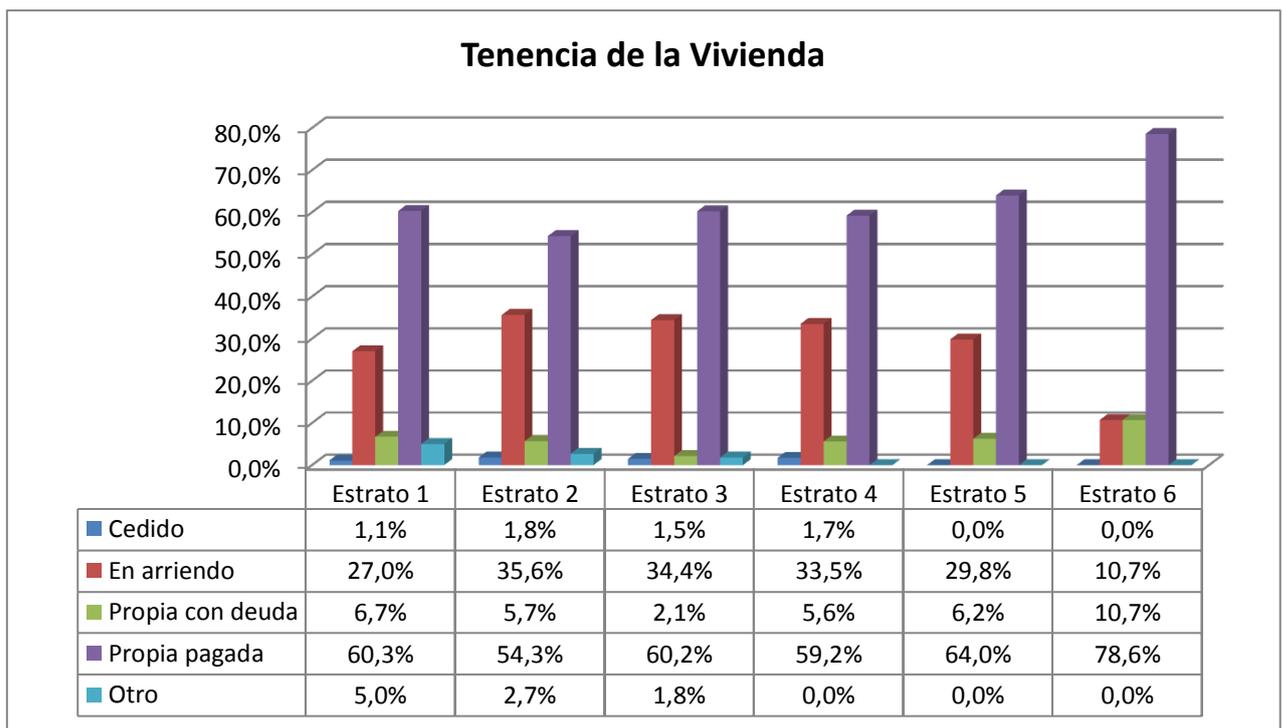


Figura 51. Condiciones de tenencia de la vivienda

El 59,5% de la población encuestada en dicho estudio y en los diferentes estratos socioeconómicos se encuentran viviendo en propiedad raíz pagada, mientras que el 32,2% vive en arriendo.

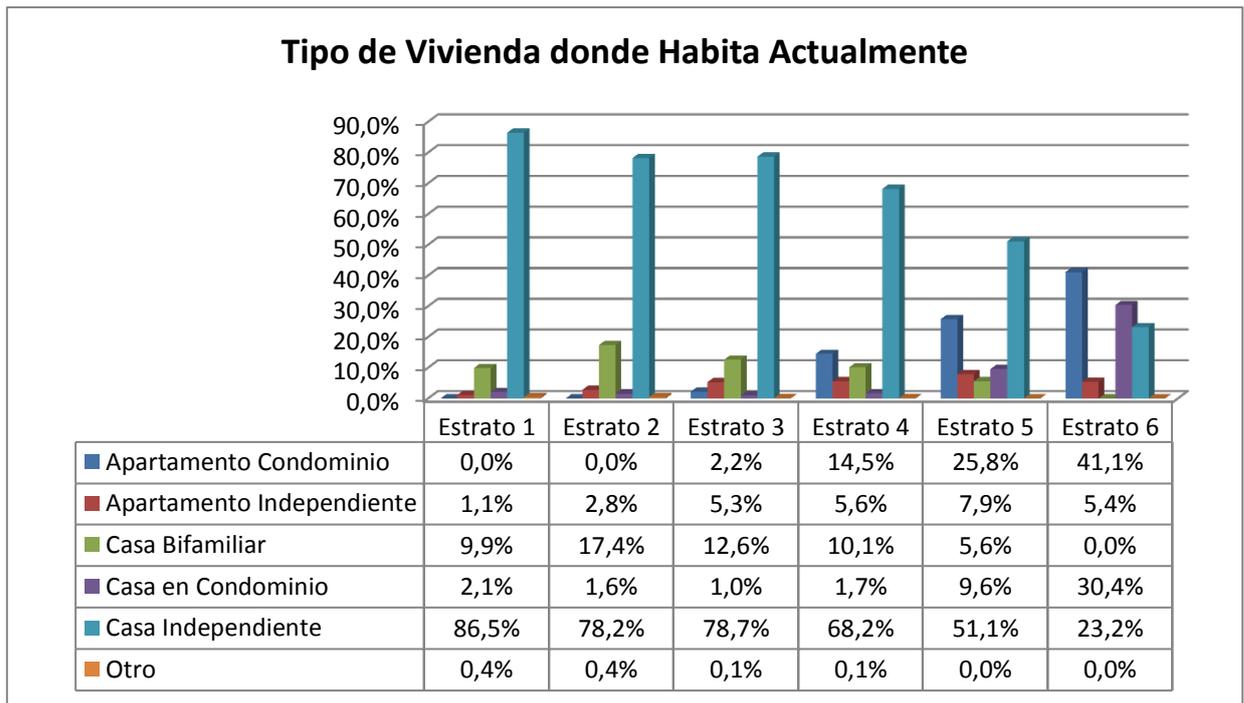


Figura 52. Tipo de vivienda donde habita actualmente

El 74,0% de las personas habitan en casa independiente con una mayor tendencia en los estratos socioeconómicos 1,2 y 3; el 12,1% viven en casas bifamiliares; aunque los estratos socioeconómicos altos como el 6 optan vivir en casas o apartamentos en condominio.

Material predominante en paredes exteriores	Total
Bloque, ladrillo, piedra, madera pulida	98,6%
Bahareque revocado	0,2%
Guadua, caña, esterilla, otro vegetal	0,1%
madera burda, tabla, tablón	0,1%
Material prefabricado	0,5%
Tapia pisada, adobe	0,5%
Zinc, tela, lona, cartón, latas, desechos, plásticos	0,0%
Total	100,00%

Tabla 7: Material predominante en las paredes de las viviendas de la ciudad de Cali

La gran mayoría de las viviendas en la ciudad de Cali son construidas con materiales como el hormigón y la mampostería, mientras que materiales como la guadua y el bahareque son atribuidos a viviendas rurales y/o pobres por falta de conocimiento.

Material predominante en pisos	Total
Alfombra, mármol, madera pulida o lacada	7,2%
Baldosa, vinilo, tableta, ladrillo	84,4%
Cemento, gravilla	8,4%
Madera burda, tabla, tablón, otro vegetal	0,0%
Tierra, Arena	0,0%
Total	100,00%

Tabla 8. Material predominante en los pisos de las viviendas de la ciudad de Cali.

Los caleños prefieren decorar sus casas con materiales cerámicos, pinturas y ladrillo gracias a su búsqueda por mejorar la habitabilidad de su vivienda y aumentar su calidad de vida.

5.2.1.3. Análisis y Determinación del Mercado Potencial

En principio, se define como mercado potencial aquel que viene dado por el número teórico de personas susceptibles de adquirir un producto considerado, y el cual está determinado por el poder de compra y el deseo de comprar. Las gráficas y tablas expuestas a continuación permiten estimar los diferentes intereses de estos usuarios en el momento de adquirir vivienda y los principales requisitos que estas deben cumplir para satisfacer las necesidades básicas de la población.

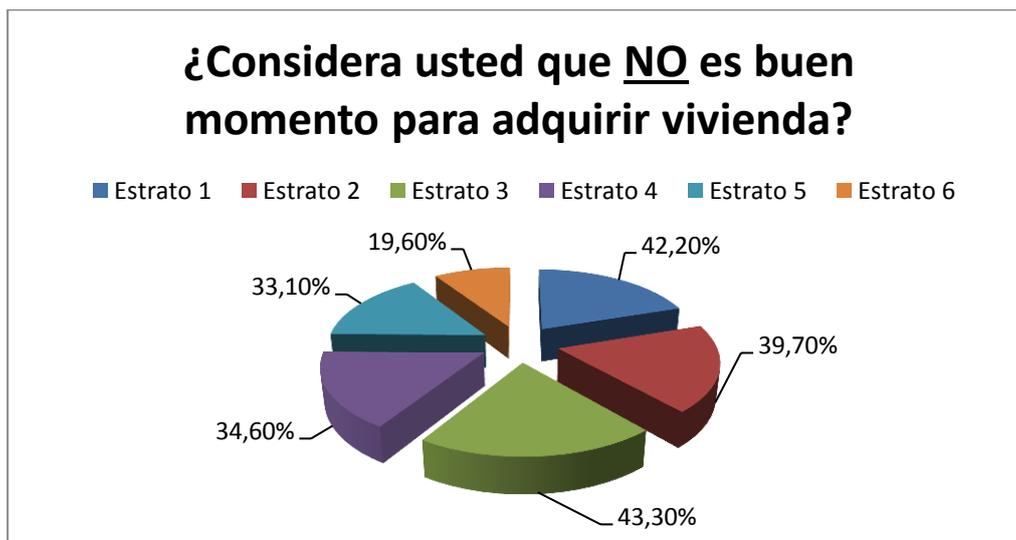


Figura 53. Personas de diferentes estratos socioeconómicos que NO desean adquirir vivienda.

¿Considera usted que SI es buen momento para adquirir vivienda?

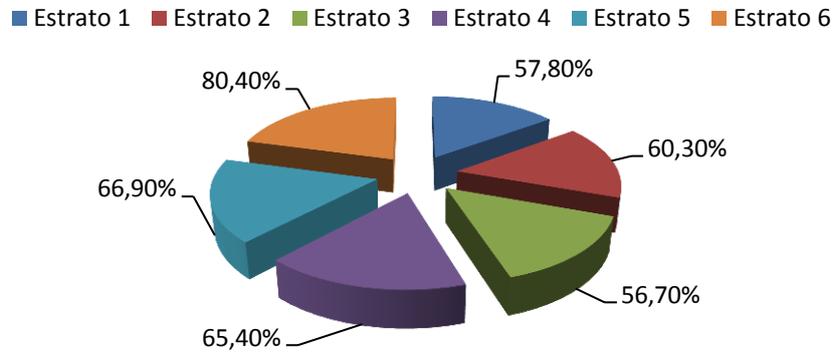


Figura 54. Personas de diferentes estratos socioeconómicos que SI desean adquirir vivienda.

Personas que desean adquirir Vivienda

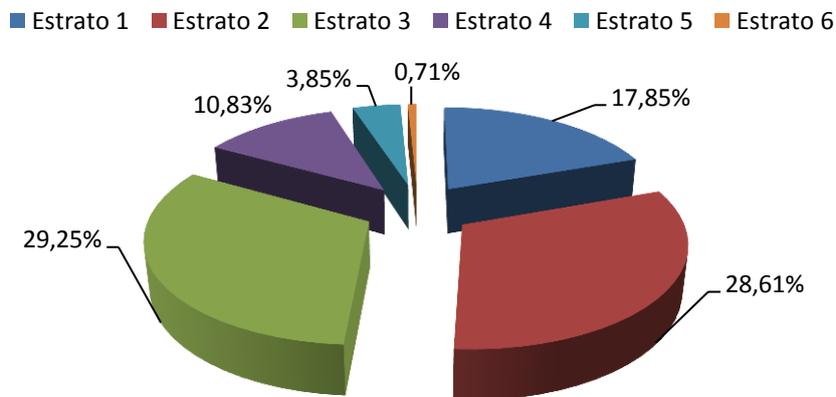


Figura 55. Porcentaje de personas de diferentes estratos socioeconómicos que desean adquirir como propiedad raíz una vivienda.

Es importante hacer notar que, aunque los estratos socioeconómicos altos consideran mayoritariamente que existe un buen momento para la adquisición de vivienda con relación a los estratos bajos, son estos últimos los que más desean adquirir propiedad raíz en relación con los primeros.

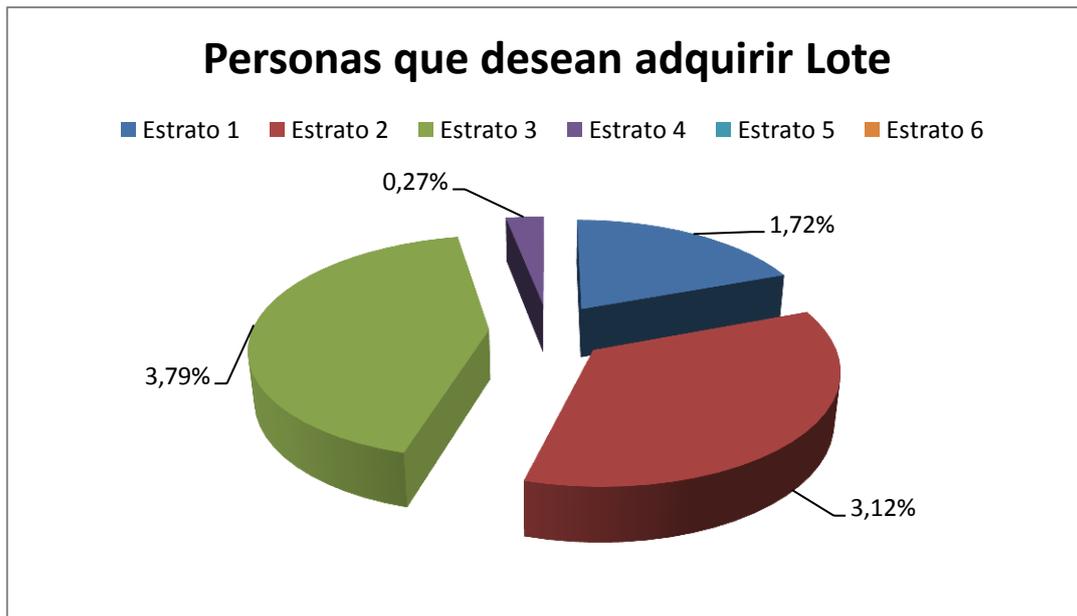


Figura 56. Porcentaje de personas de diferentes estratos socioeconómicos que desean adquirir como propiedad raíz un lote.

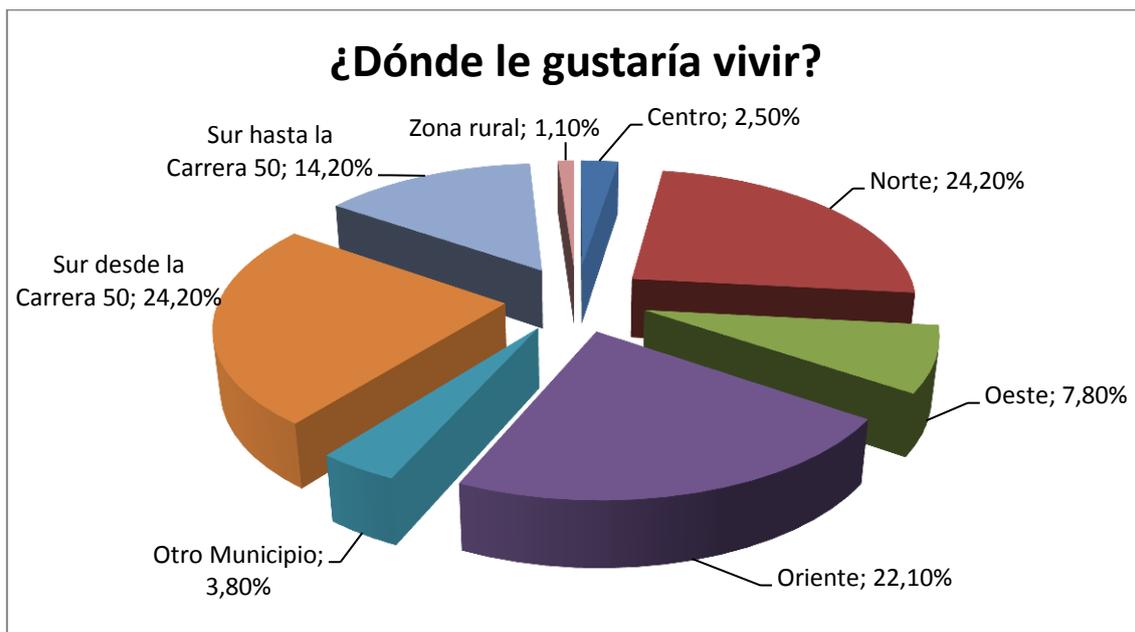


Figura 57. Zonas donde las personas desean vivir en la ciudad de Cali.

Gracias al vertiginoso urbanismo y desarrollo del Sur de la ciudad debido a su habilitación como zona de expansión, amplias zonas recreativas, localización de importantes instituciones educativas, centros comerciales y hospitales, existe un número importante de habitantes que desean adquirir propiedad raíz en esa zona. Sin embargo, también se presenta una mayor tendencia por parte de la población caleña en obtener vivienda en áreas como el Norte y el Oriente

por los elevados costos de la propiedad raíz en el Sur de la ciudad como se estudiará mas adelante.

¿Por qué no ha comprado aún la vivienda que desea?	Total
Mis ingresos no me alcanzan	23,00%
No he encontrado un proyecto con el precio que deseo	16,00%
Recién estoy buscando	13,00%
Por los altos intereses	11,00%
Porque no es el mejor momento	9,00%
No he encontrado un proyecto con el diseño que me guste	7,00%
No he encontrado un proyecto con la ubicación que quiero	6,00%
No me han otorgado el Subsidio Familiar de Vivienda	6,00%
Los proyectos no tienen los espacios que necesito	3,00%
No me han aprobado el crédito	3,00%
Porque he tenido la dificultad de vender la vivienda actual	2,00%
Incertidumbre cuando no hay apartamento o casa modelo	1,00%
Total	100,00%

Tabla 9. Razones por las cuales las personas en la ciudad de Cali no han comprado la vivienda que desean.

¿Qué lo motivaría a tomar la decisión de compra?	Total
Cuota mensual baja	17,8%
Tener dinero	16,7%
Cuota inicial más baja	15,3%
Bajen los precios	12,6%
Facilidad de pago en la cuota inicial	7,1%
Obtener un préstamo	5,9%
Otorguen el Subsidio Familiar de Vivienda	5,2%
Facilidad en los trámites	4,1%
Un aumento en el tamaño de las viviendas	3,3%
Una reducción en las tasas de interés	2,8%
Nuevos sistemas de financiación	2,2%
La reubicación de los proyectos	1,4%
Mejores acabados	1,4%
Diseños más favorables	1,3%
Que mejoren los atributos que ofrecen	1,3%
Quitar el UVR	0,9%
Ampliar el plazo de la deuda	0,8%
Total	100,0%

Tabla 10. Razones por la cuales las personas se motivarían a realizar la compra de una propiedad raíz.

Características más importantes en la vivienda que desea	Total
La ubicación/El sector	21%
La financiación	18%
El precio de la vivienda	14%
Servicios públicos	8%
Seguridad del sector	5%
Los acabados	4%
Vías de acceso - Transporte	4%
Espacios amplios	4%
Zonas verdes	4%
Posibilidad de ampliación	4%
La iluminación de la vivienda	3%
Cuenta con gas natural	3%
El grado de terminación	3%
Características del lote	2%
Los vecinos	1%
Zonas comunes	1%
Cercanía a centros comerciales	1%
Vista panorámica	0%
Total	100%

Tabla 11. Características más importantes que las personas desean en sus viviendas.

Al examinar las tablas anteriores se puede apreciar que el factor económico es el más influyente en el momento de adquirir vivienda propia, por encima de las características técnicas de la misma; razón por la cual se debe pensar en desarrollar proyectos inmobiliarios a un bajo costo, con mayores facilidades de pago, mejores oportunidades de financiación e intereses bajos.

Se calcula que el aumento en los costos de la construcción de viviendas se debe principalmente al aumento en los precios del cemento gris, ladrillo, hormigón y acero, los cuales aumentaron en 1,80 puntos porcentuales con respecto al año anterior.

Quisiera que tuviera cuantos (as)		
Estrato	No. De Alcobas	No. De Baños
1	4	2
2	4	2
3	3	2
4	3	2
5	4	3
6	3	3
Total	4	2

Tabla 12. Número de alcobas y de baños que desean las personas según el estrato socioeconómico.

5.2.1.4. Análisis Socioeconómico del Mercado Potencial

Actividad principal del jefe del hogar	Estrato Socioeconómico						
	1	2	3	4	5	6	Total
Obrero/Empleado	30,9%	28,7%	25,6%	35,2%	38,8%	37,5%	30,0%
Trabajador por cuenta propia	39,7%	42,2%	39,5%	36,3%	30,9%	50,0%	39,4%
Patrono empleador	0,4%	0,2%	0,6%	0,6%	1,7%	7,1%	0,8%
Jubilado	7,1%	12,9%	19,9%	22,3%	24,2%	5,4%	16,3%
Estudiante	0,0%	0,0%	0,2%	0,6%	0,0%	0,0%	0,1%
Desempleado	6,7%	3,7%	3,1%	1,1%	1,7%	0,0%	3,4%
Oficios del hogar	13,5%	10,8%	9,6%	3,9%	1,7%	0,0%	8,8%
Otros	1,8%	1,4%	1,5%	0,0%	1,1%	0,0%	1,2%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabla 13. Actividad principal del jefe del hogar de acuerdo con el estrato socioeconómico.

Estrato	¿El jefe del hogar está afiliado a una caja de compensación familiar?			
	SI	NO	NS/NR	Total
1	15,7%	80,7%	3,6%	100,0%
2	27,6%	69,9%	2,6%	100,0%
3	27,8%	69,0%	3,2%	100,0%
4	55,0%	45,0%	0,0%	100,0%
5	36,8%	63,2%	0,0%	100,0%
6	66,7%	33,3%	0,0%	100,0%
Total	29,3%	68,2%	2,6%	100,0%

Tabla 14. Porcentaje de personas que reconocen que el jefe del hogar se encuentra afiliado a una Caja de Compensación Familiar.

El 68,2% de las personas encuestadas reconocen tener la posibilidad de acceder a un subsidio de vivienda a través de las cajas de compensación familiar para la compra de vivienda nueva de interés social.

Ingreso Total del Hogar	Total	Acum.
HASTA 1 SMMLV*	7,3%	7,3%
DE 1 A 2 SMMLV	30,7%	38,1%
DE 2 A 3 SMMLV	24,3%	62,4%
DE 3 A 4 SMMLV	12,3%	74,8%
DE 4 A 5 SMMLV	5,6%	80,4%
DE 5 A 6 SMMLV	4,4%	84,8%
DE 6 A 7 SMMLV	2,0%	86,9%
DE 7 A 8 SMMLV	2,6%	89,5%
DE 8 A 9 SMMLV	2,3%	91,9%
DE 9 A 10 SMMLV	1,0%	92,9%
DE 10 A 12 SMMLV	1,7%	94,6%
DE 12 A 14 SMMLV	1,3%	95,9%
DE 14 A 16 SMMLV	1,9%	97,8%
DE 16 A 25 SMMLV	2,1%	99,9%
MAS DE 25 SMMLV	0,1%	100,0%
Total	100,0%	

*1 SMMLV = \$566,700/\$2.100 ~ 270 EUR

Tabla 15. Ingresos promedio de los hogares en la ciudad de Cali.

Observando las tablas anteriores podemos analizar que el 69.4% de la población caleña y sus alrededores se desempeña como empleado o trabajador independiente, además que el 74,8% adquiere ingresos mensuales entre 1 y 4 Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes (SMMLV), lo cual limita sus capacidades financieras y económicas para la adquisición de vivienda nueva, principalmente en personas pertenecientes a estratos socioeconómicos bajos como el 1 y 2. También cabe reconocer que parte de las personas que laboran como independientes carecen de un subsidio de vivienda y de oportunidades de acceso a actividades recreativas y de salud, debido a que no se encuentran afiliados a una caja de compensación familiar.

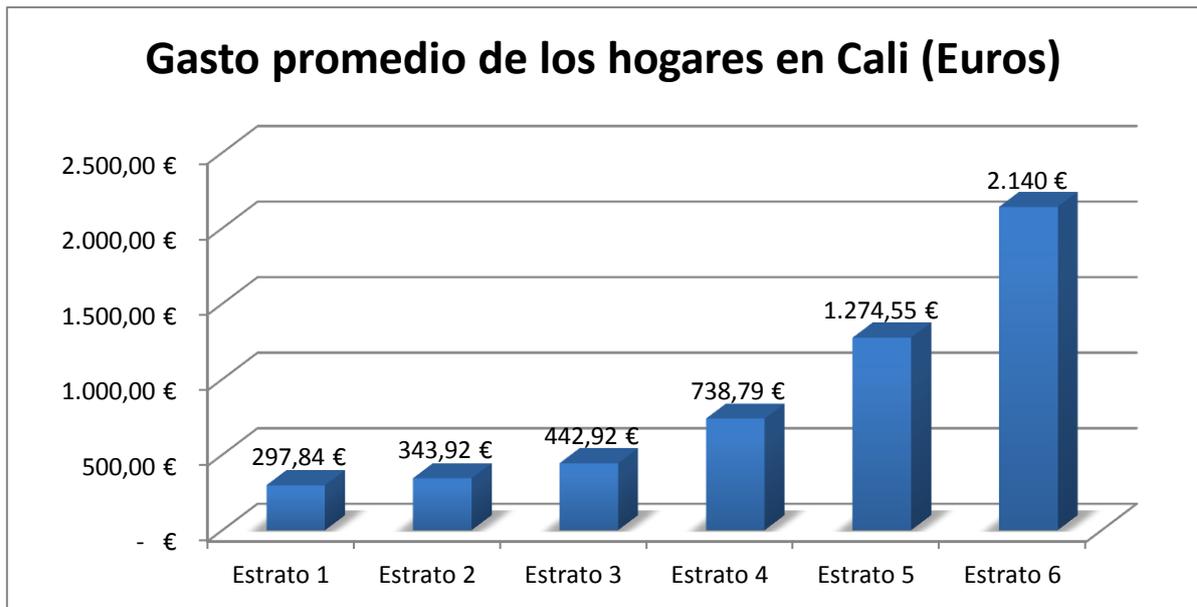


Figura 58. Gasto promedio de los hogares en la ciudad de Cali en Euros

¿Cuánto está dispuesto a pagar por la vivienda que desea?		Porcentaje de demandantes según el estrato socioeconómico							
Miles de Pesos*	SMMLV**	1	2	3	4	5	6	Total	Acum.
MENOS DE 28.335	<50	20,5%	9,6%	4,6%				8,5%	8,5%
28.335 A 39.669	50 - 70	39,8%	25,6%	9,3%	2,5%			19,1%	27,6%
39.669 A 56.670	70 - 100	30,1%	34,0%	28,7%	2,5%	5,3%		26,3%	53,9%
56.670 A 76.505	100 - 135	6,0%	19,2%	29,2%	35,0%	5,3%		21,0%	74,9%
76.505 A 96.339	135 - 170	2,4%	7,7%	11,6%	25,0%	21,1%		10,5%	85,4%
96.339 A 117.873	170 - 208	1,2%	3,2%	9,7%	22,5%	26,3%		8,2%	93,6%
117.873 A 133.201	208 - 235		0,6%	4,6%	7,5%	10,5%	33,3%	3,3%	96,9%
133.201 A 152.442	235 - 269			2,3%	2,5%	5,3%		1,3%	98,2%
152.442 A 170.010	269 - 300							0,0%	98,2%
170.010 A 189.883	300 - 335					5,3%	33,3%	0,5%	98,7%
189.883 A 212.512	335 - 375							0,0%	98,7%
212.512 A 246.514	375 - 435				2,5%			0,3%	99,0%
246.514 A 286.183	435 - 505					5,3%		0,2%	99,2%
286.183 A 331.519	505 - 585					5,3%		0,2%	99,4%
331.519 A 388.189	585 - 685					5,3%		0,2%	99,6%
388.189 A 456.193	685 - 805					5,3%		0,2%	99,8%
456.193 A 570.235	805 - 1006						33,3%	0,3%	100,0%
MÁS DE 570.235	> 1006								
Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

* 1 Euro ~ 2,100 COP

*1 SMMLV = \$566,700/\$2.100 ~ 270 EUR

Tabla 16. Distribución de demandantes según el estrato socioeconómico y disponibilidad a pagar por una vivienda.

5.2.1.5. Análisis y Determinación del Mercado Efectivo

Este mercado se encuentra determinado por los hogares que manifiestan que algún miembro de su familia está interesado en comprar vivienda y que además demuestra tener la capacidad económica para realizar la compra en un período igual o menor a un año.

Tenencia de Vivienda	Total
Cedido	5,0%
En arriendo	60,3%
Propia con deuda	0,0%
Propia totalmente pagada	34,7%
Otro	0,0%
Total	100,0%

Tabla 17. Condiciones de tenencia de la vivienda.

El 1,40% de los hogares de Cali y el 6,0% de los demandantes potenciales cumplen las condiciones para ser considerados como demandantes efectivos de vivienda, es decir 8.928 hogares.

Características que mas le gustaron	Total
La ubicación/El sector	26%
Zonas verdes	16%
La financiación	10%
El precio de la vivienda	10%
Características del lote	7%
La iluminación de la vivienda	7%
Los acabados	7%
Posibilidad de ampliación	7%
Vías de acceso/transporte	3%
Espacios amplios	3%
Servicios públicos	3%
Total	100%

Tabla 18. Características que más les gustaron de los proyectos a las posibles personas pertenecientes a la demanda efectiva.

Características que menos le gustaron	Total
La ubicación/El sector	16%
Vías de acceso/transporte	15%
Los acabados	14%
La financiación	13%
Posibilidad de ampliación	12%
El precio de la vivienda	7%
No cuenta con gas natural	7%
Seguridad del sector	6%
Servicios públicos	5%
Zonas verdes	5%
Total	100%

Tabla 19. Características que menos les gustaron de los proyectos a las posibles personas pertenecientes a la demanda efectiva.

Características más importantes en la vivienda que desea	Total
La ubicación/El sector	24%
El precio de la vivienda	13%
La financiación	9%
La iluminación de la vivienda	8%
Servicios públicos	7%
Espacios amplios	6%
Los acabados	6%
Zonas verdes	5%
Cuenta con gas natural	5%
Vías de acceso/transporte	4%
Posibilidad de ampliación	3%
Seguridad del sector	2%
El grado de terminación	2%
Los vecinos	1%
Zonas comunes	1%
Cercanía con los centros comerciales	1%
Características del lote	1%
Atributos externos	1%
Total	100%

Tabla 20. Características que más desean las posibles personas pertenecientes al mercado efectivo acerca de los nuevos proyectos de vivienda.

Disponibilidad a pagar por la vivienda		Porcentaje de demandantes efectivos según el estrato socioeconómico							
Miles de Pesos*	SMMLV**	1	2	3	4	5	6	Total	Acum.
MENOS DE 28.335	<50	40,0%	22,2%	7,7%				17,0%	17,0%
28.335 A 39.669	50 - 70		11,1%	7,7%				5,8%	22,8%
39.669 A 56.670	70 - 100	60,0%	33,3%	46,2%				36,7%	59,5%
56.670 A 76.505	100 - 135		11,1%	7,7%	50,0%			10,8%	70,3%
76.505 A 96.339	135 - 170		22,2%	15,4%	50,0%			16,6%	86,9%
96.339 A 117.873	170 - 208			7,7%				2,5%	89,4%
117.873 A 133.201	208 - 235								89,4%
133.201 A 152.442	235 - 269			7,7%				2,5%	91,9%
152.442 A 170.010	269 - 300								91,9%
170.010 A 189.883	300 - 335					100,0%		3,7%	95,6%
189.883 A 212.512	335 - 375								95,6%
212.512 A 246.514	375 - 435								95,6%
246.514 A 286.183	435 - 505								95,6%
286.183 A 331.519	505 - 585								95,6%
331.519 A 388.189	585 - 685								95,6%
388.189 A 456.193	685 - 805								95,6%
456.193 A 570.235	805 - 1006						100,0%	4,4%	100,0%
MÁS DE 570.235	> 1006								100,0%
Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

* 1 Euro ~ 2,100 COP

*1 SMMLV = \$566,700/\$2.100 ~ 270 EUR

Tabla 21. Distribución de demandantes efectivos según el estrato socioeconómico y disponibilidad a pagar por una vivienda.

5.2.1.6. Análisis del Precio del Producto

A continuación se realizará un análisis por zonas, de acuerdo con la información presentada en la edición 31 de la revista bimestral Vivendo Finca Raíz, publicada para el período Agosto - Septiembre de 2012, con el propósito de analizar los posibles costos de venta para un proyecto de vivienda nuevo y construido en guadua como el planteado en este proyecto.

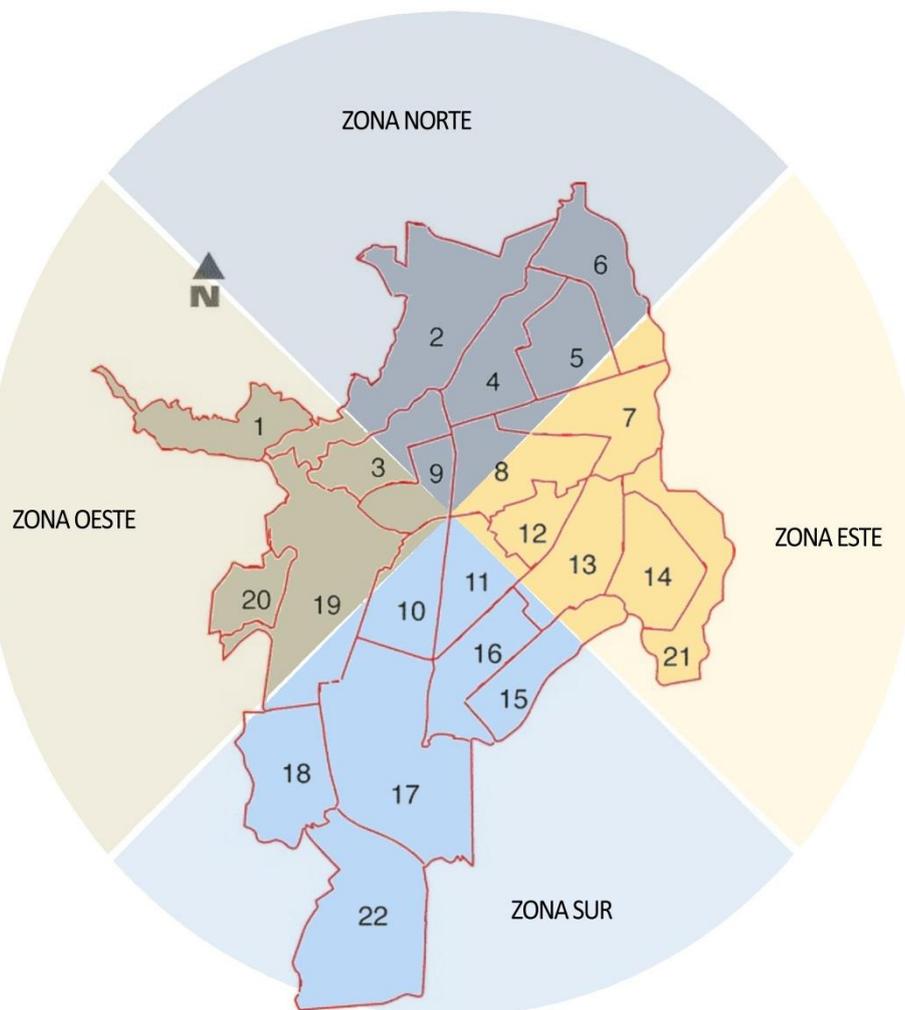


Figura 59. Localización Zona Norte de la ciudad de Cali.

5.2.1.7. Análisis del Precio de Vivienda Zona Norte

Costo de Proyectos Zona Norte					
Proyecto	Tipo	Precio Desde (EUR)	Desde (m ²)	Costo (EUR/m ²)	Constructora
Los Sauces	Aptos.	31.707	56,44	562	Alpes
Rincón de Salomia	Aptos.	35.905	58,85	610	Convalle
Robles del Norte	Aptos.	36.894	52,50	703	Marval
Portal del Río	Aptos.	37.888	60,67	624	Conciviles
Rincón de la Flora III	Aptos.	40.571	61,40	661	Convalle
Bosques de Chipichape	Aptos.	58.333	65,24	894	Corasa
Santa María de los Vientos	Aptos.	70.524	74,66	945	Colpatria
Portal de la Flora	Aptos.	72.352	74,00	978	Conciviles
La Caracuchera	Lotes	72.857	3000,00	24	Castro Castro
Balcón de las Flores	Aptos.	79.810	-	-	Bolívar
Zaguán de las Flores	Aptos.	103.952	-	-	Bolívar
Altomenga	Aptos.	111.905	105,60	1.060	Jaramillo Mora
Parque de las Flores	Aptos.	136.000	106,90	1.272	Bolívar

Tabla 22. Proyectos de vivienda nueva y costos por m² en la Zona Norte de la ciudad de Cali.

El precio promedio de venta por m² en la zona Norte de la ciudad sin incluir las promociones de vivienda ejecutadas por la Constructora Bolívar y los lotes del proyecto denominado la “Caracuchera” es de \$ 1’590.762 (757 EUR aprox.)

5.2.1.8. Análisis del Precio de Vivienda Zona Sur

Costo de Proyectos Zona Sur					
Proyecto	Tipo	Precio Desde (EUR)	Desde (m ²)	Costo (EUR/m ²)	Constructora
Mirador Campestre	Aptos.	28.571,43 €	48,60	587,89 €	Cusezar
Madrigal Campestre	Aptos.	32.670,48 €	49,75	656,69 €	Marval
Colinas del Viento*	Aptos.	35.000,00 €	55,83	626,90 €	Procon
Brisas de Bella Suiza	Aptos.	40.287,62 €	63,01	639,38 €	IES de Occidente
Guadalupe Real	Aptos.	53.204,04 €	64,82	820,80 €	Marval
Reserva del Limonar	Aptos.	59.834,48 €	65,24	917,14 €	Corasa
Refugio de los Samanes	Aptos.	62.857,14 €	83,86	749,55 €	Buenavista
Sayab	Aptos.	64.285,71 €	-	-	IC Prefabricados
Portal de Toledo	Aptos.	85.571,43 €	-	-	Bolívar
Prados de Mallorca	Aptos.	74.380,95 €	60,50	1.229,44 €	Bolívar

Torres del Camino	Aptos.	78.168,10 €	83,51	936,03 €	Aiki
Villa Magna	Aptos.	78.715,24 €	83,00	948,38 €	H & R Constructora
Torres de Montealto	Aptos.	84.285,71 €	96,56	872,88 €	IC Prefabricados
Mirador de Terrazas	Aptos.	90.212,38 €	93,08	969,19 €	Marval
4 Vientos	Aptos.	92.857,14 €	88,06	1.054,48 €	Inversiones Velar
Portón de Asturias	Aptos.	93.190,48 €	82,45	1.130,27 €	Bolívar
Terrazas de Cañas Gordas	Aptos.	99.300,43 €	106,31	934,06 €	Marval
Senderos del Campestre	Aptos.	171.428,57 €	165,00	1.038,96 €	Marlo
Rincón del Caney	Aptos.	30.083,33 €	39,00	771,37 €	Cusezar
Bosque Real*	Aptos.	32.095,24 €	52,19	614,97 €	Inversiones Alcabama
Salamanca	Aptos.	35.952,38 €	61,05	588,90 €	Triada
El Portal de la Autónoma II	Aptos.	36.166,67 €	69,82	518,00 €	Comfandi
Rivera del Valle	Casas	85.476,19 €	99,89	855,70 €	Buenavista

* Proyectos de Vivienda de Interés Social - Aplica subsidio de vivienda para su compra

Tabla 23. Proyectos de vivienda nueva y costos por m² en la Zona Sur de la ciudad de Cali.

En el Sur se observa un incremento del costo de venta por m² al compararse con la zona Norte debido a la exclusividad del sector, adecuada localización con respecto a instituciones educativas, zonas recreativas, centros comerciales, centros hospitalarios, excelente infraestructura vial, de servicios públicos y transporte.

El precio de venta promedio por m² para viviendas tipo Apartamento es de \$ 1'743.555 (830 EUR aprox.), mientras que para Apartamentos de interés social es de \$ 1'303.966 (621 EUR aprox.) y para casas es de \$ 1'796.977 (856 EUR aprox.). Nótese que los proyectos VIS tienen menor área construida con respecto a las demás soluciones habitacionales.

5.2.1.9. Análisis del Precio de Vivienda Zona Este

Costo de Proyectos Zona Este					
Proyecto	Tipo	Precio Desde (EUR)	Desde (m2)	Costo (EUR/m2)	Constructora
Sotorela*	Aptos.	29.523,81 €	53,09	556,11 €	IC Prefabricados
Brisas de la Base*	Aptos.	36.430,71 €	57,30	635,79 €	Comfandi

* Proyectos de Vivienda de Interés Social - Aplica subsidio de vivienda para su compra

Tabla 24. Proyectos de vivienda nueva y costos por m² en la Zona Este de la ciudad de Cali.

En el oriente de la ciudad, donde se encuentra concentrada mayoritariamente la población de estratos socioeconómicos bajos es donde más se promueven proyectos tipo VIS. Aunque el número de unidades totales sigue siendo muy inferior con respecto a los de las zonas Sur y Norte.

El precio de venta promedio por m² de las soluciones habitacionales en esta zona de la ciudad es de \$1'251.493 (596 EUR aprox.), y aunque su área es similar a los proyectos de vivienda del mismo tipo de la zona Sur, estos últimos presentan un precio de venta levemente inferior a los del Oriente. No obstante, el área construida de las VIS sigue siendo inferior a la de los proyectos NO VIS.

5.2.1.10. Análisis del Precio de Vivienda Zona Oeste

Costo de Proyectos Zona Oeste					
Proyecto	Tipo	Precio Desde (EUR)	Desde (m2)	Costo (EUR/m2)	Constructora
Mont Bré	Aptos.	€ 60.476,19	70,58	856,85 €	Buenavista
Natura Vida Silvestre	Aptos.	€ 67.714,29	52,10	1.299,70 €	Cadavid Arquitectos
Sierra de Normandía	Aptos.	€ 70.523,81	70,00	1.007,48 €	Cusezar
Kaoba	Aptos.	€ 87.285,71	66,00	1.322,51 €	LV Estructuras
Normandie	Aptos.	€ 160.476,19	129,20	1.242,08 €	Buenavista
Altavista	Aptos.	€ 266.809,52	201,58	1.323,59 €	Jaramillo mora

Tabla 25. Proyectos de vivienda nueva y costos por m² en la Zona Oeste de la ciudad de Cali.

El sector Oeste presenta mayor exclusividad que el sector Sur gracias a los elevados costos del terreno. En esta zona el precio de venta promedio por m² de proyectos habitacionales nuevos es de \$ 2'468.272 (1.175 EUR aprox.), al igual que el área de las viviendas rebasan los de toda la ciudad de Cali.

Las tablas anteriores demuestran que en las cuatro zonas de Cali existe una mayor tendencia hacia la construcción de propiedad raíz en altura, gracias al gran número de proyectos lanzados de vivienda nueva tipo apartamento. Esto se debe principalmente a que el Plan de Ordenamiento Territorial y las últimas administraciones municipales han planteado la necesidad de realizar obras para la re-densificación de la ciudad. Por otro lado, el interés de los promotores por sacar el máximo provecho del predio adquirido, motiva la ejecución de proyectos NO VIS, en altura y con costos de venta elevados sin tener una conciencia social.

Sumado a las razones expuestas en el apartado 5.2.1.1 que influyen en la reducción de la construcción de proyectos VIS, se encuentran los retrasos en los desembolsos de dinero por parte de las respectivas entidades gubernamentales para iniciar este tipo de obras; es por ello que las promotoras y/o constructoras se ven abocadas a desarrollar otro tipo de soluciones habitacionales más rentables.

Aun así cuando se desarrollan proyectos VIS, las promotoras en la fase de diseño crean soluciones de vivienda con espacios reducidos y cuyos procesos de construcción en masa exijan una reducción de costos, con el propósito de garantizar precios de venta económicos; así de esta forma, se concibe la entrega de viviendas con acabados de construcción incompletos o en obra gris que reduzcan los precios de venta en un 30 a 40%.

Es por todo lo anterior, que este proyecto plantea la necesidad de promover la creación de soluciones habitacionales con un amplio sentido social y ambiental, económicamente accesible para la población menos favorecida gracias a los bajos costos de industrialización de un material como la guadua, reducción en los tiempos de construcción y poca mano de obra calificada; debido a lo anterior, se permite el diseño de la propiedad raíz con amplios espacios internos y con una reducción aproximada en costo de venta entre el 30 y 40% sin afectar la calidad de los materiales y la seguridad de la vivienda.

De esta manera y con el análisis de los precios de venta por zona mostrados en las tablas anteriores, podría estipularse el costo de venta por m² de una vivienda en guadua entre \$ 400.000 (190 EUR aprox.) y \$ 800.000 (285 EUR aprox.) de acuerdo con el precio del predio, gastos documentales, costos de construcción, entre otros gastos analizados en el siguiente capítulo de estudio de viabilidad; pero manteniendo un precio de venta inferior a los del mercado.

Cabe resaltar que de acuerdo con el Decreto No. 1190 del 5 de Junio de 2012 se fijan los precios de vivienda tipo VIS, los cuales no deben exceder los 135 Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes (SMMLV); es decir, \$ 76.504.500 (36.430 EUR aprox.) con el fin de garantizar el acceso a este derecho a la población de escasos recursos.

5.2.2. Investigación de Mercados Concluyente

De este tipo de investigación se obtiene la información que más ayuda a evaluar y reconocer cursos de acción a seguir. El diseño de este tipo de investigaciones se caracteriza por contener procedimientos formales donde se establecen claramente objetivos de investigación y necesidades de información específicos. La información arrojada por la Investigación de Mercados Concluyente servirá como inicio para una posterior evaluación y selección de cursos de acción viables.

Esta fase consistió en un proceso de obtención de información primaria, donde la adquisición de datos de primera mano se hizo a través de un modelo de encuesta con el fin de descubrir opiniones y otros puntos de vista externos y no reconocidos inicialmente para la ejecución del proyecto.

La encuesta se realizó en la zona Oriental de la ciudad debido a la gran demanda potencial y efectiva que se encuentra en la zona, así como también, son personas de estratos socioeconómicos 1,2 y 3 que presentan una alta vulnerabilidad sísmica y que se encuentran de una u otra forma identificadas con la guadua como material de construcción. Además, fue interesante poder recopilar información de la población directamente beneficiada e identificar aspectos socioculturales que influyen en el mejoramiento de este nuevo proyecto de vivienda económico y ambientalmente sostenible.

5.2.2.1. Diseño de la Encuesta

Gracias al amplio campo recorrido en la fase exploratoria con la información secundaria suministrada por CAMACOL, la encuesta mostrada en el **Anexo 5** se realizó de una manera breve y sencilla, con una disposición de preguntas adecuada para que la entrevista obedeciera a un orden lógico y fuera clara para la persona entrevistada; en total se realizaron cinco preguntas cerradas y dos abiertas, cuyo objeto principal es determinar el grado de aceptación que puede llegar a tener la implementación de una solución habitacional innovadora como la presentada en este documento, las características a mejorar; así como las ventajas y desventajas desde el punto de vista del usuario final.

La encuesta fue realizada por los siguientes propósitos a 50 personas propietarias y habitantes de proyectos VIS en los Barrios Ciudad Talanga y Franjas del Río, al Oriente de Cali:

- Es una zona donde se localiza gran porcentaje de la población más vulnerable de la ciudad, con estratos socioeconómicos bajos.
- En los estratos 1, 2 y 3 existe un gran número de demandantes para la compra de vivienda.
- Existen actualmente pocos proyectos VIS que mejoren la calidad de vida e incentiven el desarrollo de este sector de la población.
- En la fase exploratoria se identificó que es una zona donde el 22.10% de los caleños desean adquirir vivienda.

De otra parte, para esta fase concluyente de la investigación del mercado se realizaron los diseños arquitectónicos de dos tipologías de vivienda ilustrados en las **Figuras 60, 61, 62 y 63**, las cuales se dieron a mostrar a cada uno de los entrevistados para conocer su percepción y escuchar sus recomendaciones u opiniones acerca de este proyecto innovador.



Figura 60. Diseño arquitectónico de la vivienda tipo 1.

La vivienda tipo 1 tiene un área construida de 68,20 m² y consta de dos baños (uno de ellos es privado para la alcoba principal), tres alcobas, cocina, sala y comedor.



Figura 61. Isometría y diseño arquitectónico de la vivienda tipo 1.



Figura 62. Diseño arquitectónico de la vivienda tipo 2.

La vivienda tipo 2 tiene un área construida de 63,50 m² y al igual que la vivienda tipo 1 consta de dos baños (uno de ellos es privado para la alcoba principal), cocina, sala y comedor.



Figura 63. Isometría y diseño arquitectónico de la vivienda tipo 2.



Figura 64. Entramado de muros en guadua sobre cimientos en hormigón.

Los entrevistados también tuvieron la posibilidad de observar los acabados interiores de la vivienda y mostrados en las **Figuras 65, 66, y 67**. Estas

imágenes fueron asistidas por ordenador con el software Homestyler de Autodesk. Los encuestados tuvieron conocimiento de que estos terminados estarían realizados con un sistema de placa plana de fibrocemento, la cual brindaría unas características adicionales a la vivienda como: adecuado acabado arquitectónico, estabilidad, resistencia al fuego, facilidad de mantenimiento, alta resistencia a impactos y buen desempeño durante eventos sísmicos.



Figura 65. Acabados interiores en la cocina – placa de fibrocemento.

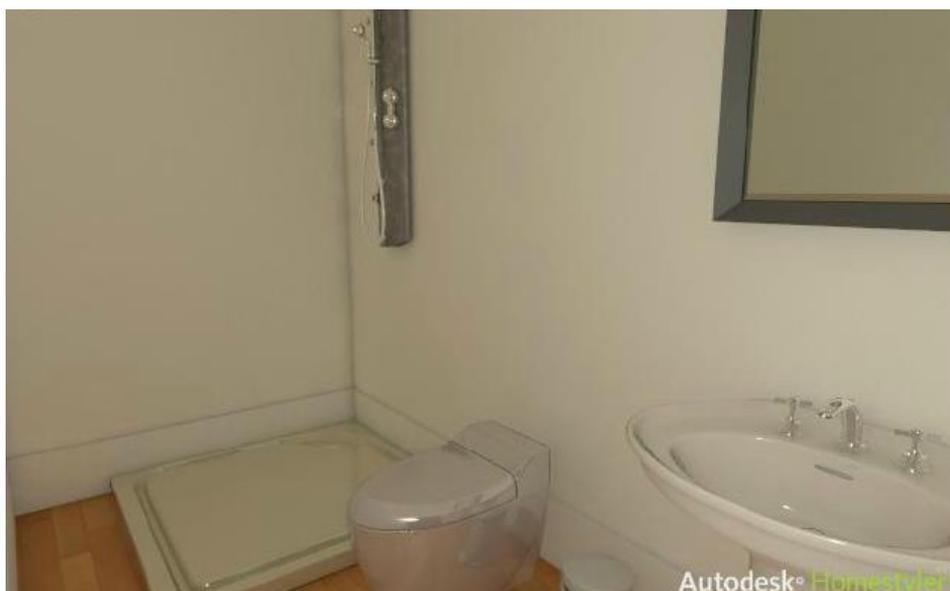


Figura 66. Acabados interiores en baños - placa de fibrocemento.



Figura 67. Acabados interiores en la sala - placa de fibrocemento.

5.2.2.2. Análisis de Datos

La encuesta fue realizada en dos fases: la primera de ellas se fundamentó en la recopilación de datos personales de cada uno de los entrevistados; y la segunda consistió en la realización de dos tipos de preguntas complementarias (abierta y cerrada) para la búsqueda de información:



Figura 68. Nivel socioeconómico de las personas encuestadas en la fase concluyente.

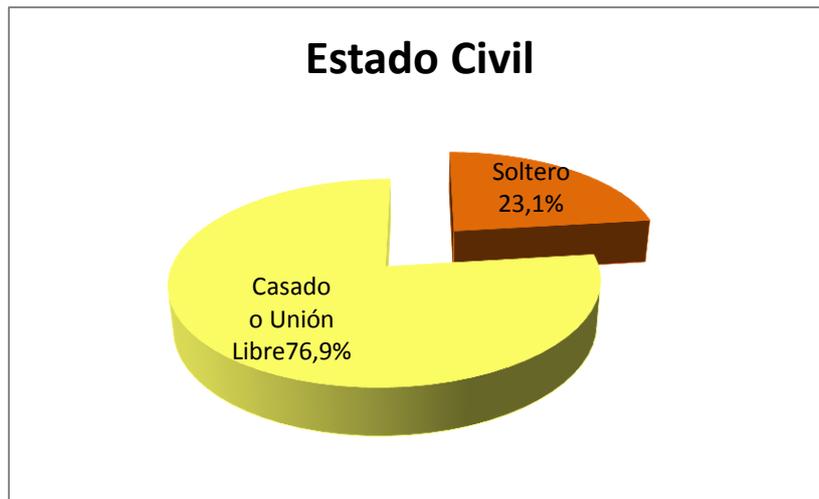


Figura 69. Estado civil de las personas encuestadas en la fase concluyente.

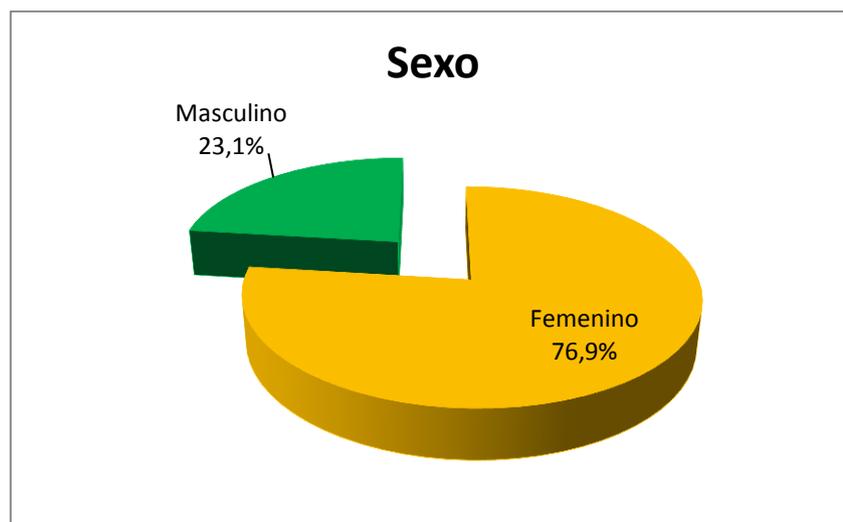


Figura 70. Sexo de las personas encuestadas en la fase concluyente.

En términos generales, este trabajo de campo se realizó con personas cabeza de hogar cuyo núcleo familiar gira en un 76,9% en torno a parejas casadas o en unión libre como lo muestra la **Figura 69**, y además, se encuentra integrado por 4 personas en promedio.

De igual manera, el grupo de entrevistados estuvo compuesto en un 76,9% por personas del género femenino y un 23,1% del género masculino como se muestra en la **Figura 70**, todos con un promedio de edad de 40 años.

¿Usted identifica si vive o no en una zona de alto riesgo sísmico?

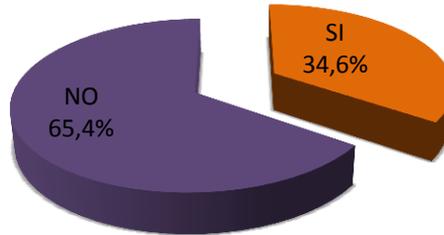


Figura 71. Porcentaje de personas que identifican si viven o no en una zona de alto riesgo sísmico.

El 65,4% de la población entrevistada, perteneciente a la población más vulnerable de la ciudad, no reconoce o no sabe que viven en una zona de alto riesgo sísmico. Sin embargo, frente a la segunda pregunta del cuestionario acerca de que: ¿Le interesaría a usted comprar una vivienda sismo resistente?, el 100% de las personas respondieron afirmativamente. Lo cual demuestra desconocimiento por parte de este sector de la sociedad acerca de su vulnerabilidad ante este tipo de fenómenos naturales.

¿Sabía usted que la guadua es un material sismo resistente?

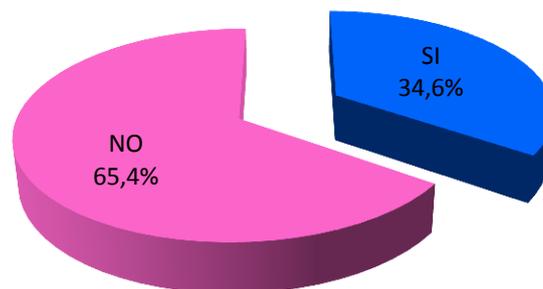


Figura 72. Porcentaje de personas que saben o no acerca de la sismo resistencia de la guadua.

Con respecto a la pregunta 3 de la encuesta ilustrada en la **Figura 72** y la pregunta 5 de tipo abierta acerca de que: ¿Qué opinión tiene usted acerca de la utilización de la guadua para la construcción de proyectos de vivienda nueva?, se concluye lo siguiente:

- Aunque el 65,4% de la población no sabe que la guadua es un material sismo resistente, el 90,76 % la reconocen como un material de construcción autóctono y artesanal.
- Mientras que el 3,85% no la consideran conveniente para la construcción de vivienda por el impacto ambiental que esto generaría.

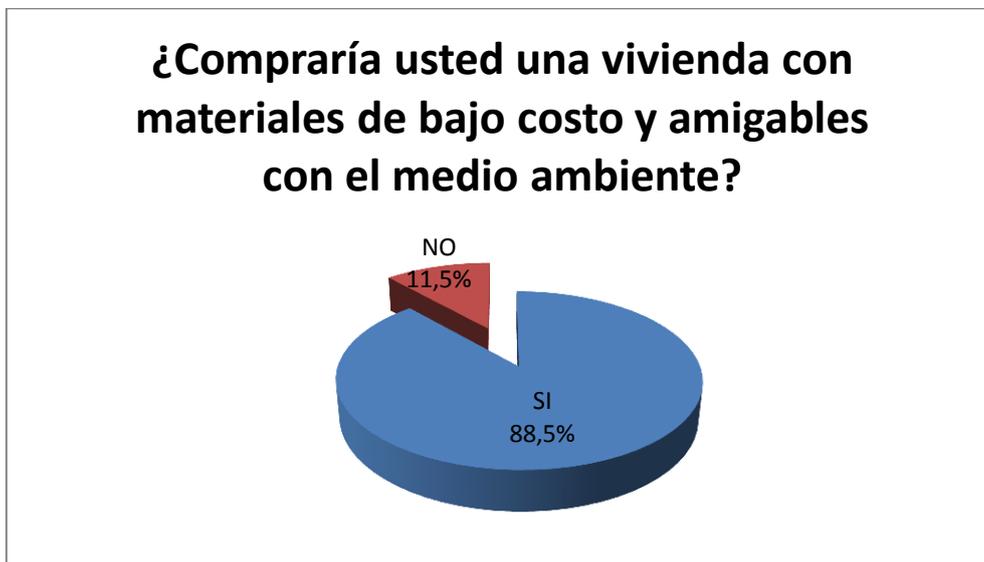


Figura 73. Porcentaje de personas que desearían comprar una vivienda con materiales de bajo costo y amigables con el medio ambiente.

No obstante, al 88,5% de las personas les interesaría comprar una vivienda con materiales renovables y de bajo costo. El 11,5% considera que una vivienda construida con materiales económicos es de mala calidad y no aportan al mejoramiento del medio ambiente.

Finalmente y con base en las preguntas 6 y 7 del cuestionario del **Anexo 5**, la propuesta innovadora planteada en este proyecto tuvo un 100% de favorabilidad para todas las personas entrevistadas, gracias a la seguridad y economía de la vivienda, el tamaño del predio sobre la cual se encuentra construida, espacios amplios, zonas internas de esparcimiento, el número de

habitaciones y de baños; así como también, los acabados, la ventilación y la iluminación.

5.3. Análisis Estratégico de la Competencia

Una de las actividades más importantes en el momento de realizar un estudio de mercado, consiste en identificar y evaluar las fortalezas y debilidades de los competidores y de sus productos o servicios. Pues ello nos facilitará atender las expectativas y necesidades del consumidor final. A continuación, se hará una descripción de las principales empresas constructoras que lideran el mercado a nivel local:

a) Constructora Meléndez

Es una empresa consolidada con 50 años de experiencia en el sector de la construcción. Hoy en día conforman las empresas matriz Meléndez S.A., Constructora Meléndez S.A., Ladrillera Meléndez S.A., Inversiones Meléndez S.A. y la Sociedad Aguas del Sur.

En 1984, Meléndez inició en pleno el desarrollo de sus predios urbanos. En el lote de terreno de 1.388.188 m² conocido como El Ingenio construyó las urbanizaciones Ingenio I, II, y III, sector residencial de estrato 6, conformado por lotes de 200 y 250 m².

Dicha empresa ha desarrollado más de 30 proyectos de vivienda y urbanización sin incluir los aportes al desarrollo de la ciudad como: El Centro Comercial Unicentro, la donación de terrenos para la construcción de la Universidad del Valle, la Fundación Valle del Lili y el Centro de Convenciones Valle del Pacífico.

Las soluciones de vivienda de Constructora Meléndez son reconocidas en el sector principalmente por su construcción en mampostería estructural y fachadas con ladrillo limpio a la vista.

b) Constructora Bolívar

Esta empresa se creó en 1983 como una empresa especializada en el campo inmobiliario, denominada Construcciones, Estudios Y Proyectos S.A., CEPESA, pero en 1984 cambió su nombre por Constructora Bolívar con sede principal en

las ciudades de Cali y Bogotá. Su alto reconocimiento y prestigio en la ciudad se debe a su liderazgo en diferentes proyectos urbanísticos dirigidos a todos los estratos sociales.

La ventaja de los diseños realizados por esta empresa se fundamenta en amplios espacios internos y funcionales; así como también, una óptima disposición de espacios comunes.

c) Constructora Jaramillo Mora

Jaramillo Mora S.A. es una empresa familiar fundada en 1970 y dirigida hacia la construcción de urbanizaciones y obras del sector comercial, industrial, institucional y vial del Valle del Cauca. En 1990 pasa a denominarse Constructora Jaramillo Mora y Asociados Ltda, iniciando licitaciones con las Cajas de Compensación y construcción de Proyectos en Cali.

Actualmente se ha consolidado como una de las empresas más importantes de la región, asumiendo un liderazgo en la promoción y construcción de proyectos de vivienda con buenos resultados durante 40 años.

d) Constructora Marval

Nace en 1976 en la ciudad de Bucaramanga como una Sociedad Limitada y posteriormente, en 1995 fue convertida en Sociedad Anónima con motivo de la implementación en la construcción de conjuntos cerrados en viviendas más económicas. Para la época, esta empresa se convirtió en pionera ofreciendo diferentes alternativas de acomodación y uso de los espacios interiores.

Marval aparte de su sede en Bucaramanga, tiene otras en: Bogotá, donde ha ejecutado proyectos de interés prioritario en urbanizaciones con mas de 2000 unidades habitacionales; en la Costa Atlántica ofrece actualmente proyectos de vivienda en las ciudades de Santa Marta y Barranquilla; en el Occidente del país ha aportado al desarrollo de ciudades como Cali y Palmira con excelentes complejos habitacionales; Finalmente, en la ciudad de Medellín, desde el año 2001 ha participado en la construcción de conjuntos multifamiliares en sectores exclusivos de la ciudad.

e) Constructora Cusezar

Desde hace más de 50 años, esta empresa ha implementado y desarrollado procesos industrializados de diseño y construcción de proyectos de inversión, vivienda y oficinas, obras de infraestructura y ejecución de macro proyectos urbanísticos y comerciales.

Hacia el año 2000, en medio de la larga crisis e incertidumbre por la que atravesaba el sector de la construcción, Cusezar participó con mucho éxito en importantes obras; siendo éste, un año de gran aporte para el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de Cali y en Colombia. El lugar de liderazgo que ocupa Cusezar hoy en día, está respaldado por los 25 mil empleos directos que genera anualmente y las 70.000 unidades de vivienda construidas a través de más de todos estos años.

Todas las empresas constructoras mencionadas anteriormente se caracterizan por su gran trayectoria y posicionamiento en el mercado, calidad en sus proyectos habitacionales y atención al cliente, gran capacidad y respaldo financiero y excelentes diseños arquitectónicos tanto integrales como innovadores. No obstante, ninguna de ellas ha impulsado la construcción de soluciones de vivienda con un material autóctono como la guadua.

Los precios de venta de sus promociones se consideran costosos e inaccesibles para la gran mayoría de la población de estratos socioeconómicos bajos, debido al uso de materiales de construcción y acabados de alta gama; así como también, en el caso de VIS, ofrecen soluciones habitacionales con espacios internos reducidos.

De otra parte, aunque muchos de los proyectos de vivienda llevados a cabo en la ciudad incluyen la creación de amplias zonas verdes y de recreación, son inexistentes las constructoras que promueven una solución habitacional sostenible, amigable con el medio ambiente y sobre todo, sismo resistente como lo plantea la promoción de vivienda objeto de estudio en este documento.

Con respecto a los medios publicitarios, estos son similares para la gran mayoría de las constructoras, ya que utilizan como canales las revistas inmobiliarias más reconocidas en la ciudad como: Vivendo Finca Raíz, La Guía Finca Raíz, Metro Cuadrado y Dondevivir, las cuales son distribuidas en salas

de venta, cajas de compensación familiar, centros comerciales, entidades financieras y empresas.

La estrategia de venta característica consiste en ofrecer dos o más tipologías de vivienda y/o acabados que se ajusten a las necesidades del comprador, las cuales son expuestas en una sala de ventas o denominada “casa modelo”, donde además, se exponen planos y maquetas donde se puede observar la distribución y localización de la vivienda.

Finalmente, el tipo de financiación típica para VIS consiste en el pago del 30% como cuota inicial, con opción de diferirse en cuotas fijas mensuales y donde se incluye el subsidio de vivienda dado por el gobierno nacional a través de las Cajas de Compensación Familiar. El saldo restante, correspondiente al 70% es a través de un préstamo hipotecario.

5.4. Estrategia de Comunicación y Comercialización

Al igual que la competencia, la comunicación a través de las principales revistas de promoción de finca raíz en la ciudad, constituiría la principal vía de difusión de la oferta de este proyecto. No obstante, se considera que no suministra la información suficiente para concienciar al público acerca del uso de materiales renovables y seguros, por lo que se plantearía la necesidad de utilizar otro canal más eficiente como un portal web, a través del cual el cliente pueda interactuar con la página y cuente con información permanente por parte de los asesores de la empresa.

Otras formas de comunicación y comercialización del proyecto serían:

- ✓ Call center.
- ✓ Sala de ventas o casa modelo donde se ilustre con planos y maquetas a escala el proyecto.
- ✓ Vallas publicitarias en el sitio de la obra.
- ✓ Avisos publicitarios en entidades financieras.
- ✓ Avisos publicitarios en Cajas de Compensación Familiar.
- ✓ Carteleros en empresas.

5.5. Matriz DAFO

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - No es posible cumplir con los requerimientos del POT en materia de redensificación y construcción en altura. - La construcción de estas viviendas requerirá una mayor extensión de suelo al compararse con los proyectos de vivienda nueva que se llevan a cabo en la ciudad de Cali. - El beneficio económico por m2 construido para la constructora o inmobiliaria sería menor. - Viviendas con un mayor grado de mantenimiento que las construidas con materiales convencionales. - La vulnerabilidad de la guadua frente al fuego comparada con otros materiales como la mampostería y el hormigón. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayores beneficios tributarios como empresa constructora de proyectos VIS. Por ejemplo: devolución de IVA en compra de materiales de construcción. - El favorable crecimiento económico del país y sus políticas en materia de construcción de vivienda durante los últimos años es atractiva para cualquier tipo de inversión. - El gobierno nacional otorga subsidios económicos a través de las cajas de compensación para la adquisición de vivienda nueva en estratos socioeconómicos bajos. - Existe un alto porcentaje de familias con déficit cuantitativo interesadas en compra de vivienda nueva.
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - Es un proyecto innovador que plantea un uso potencial de la guadua como material autóctono de construcción. - Oferta de soluciones de vivienda económicas y accesibles para familias de estratos bajos. - Es una solución habitacional sismo resistente. - Incentiva el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible de la ciudad. - Mayor área del lote, adecuada distribución de espacios y agradables diseños arquitectónicos. - Se requiere menor inversión si se compara con la construcción de soluciones de vivienda con otros materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desventaja económica frente a la competencia. - Es un producto con poco posicionamiento en el mercado. - La influencia de factores climáticos y agentes patógenos sobre el material de la vivienda. - La percepción de inseguridad de sus habitantes, debido a que las personas corresponden a estratos socioeconómicos bajos.

Tabla 26. Matriz de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO)

6. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

En su primera fase se realizará el análisis de la tesorería o Cash-flow, con el propósito de conocer los pagos y cobros de la promoción mes a mes y determinar las necesidades de cada período, para ello se tuvieron en cuenta los costos de construcción, período de ejecución de la obra, certificaciones de consultoría y obra, honorarios de especialistas, ritmo de ventas, precios de venta en la zona, precios del mercado local y formas de financiación. Posteriormente, se realiza una evaluación de la rentabilidad del proyecto utilizando los siguientes métodos: a) Recuperación de la inversión (Pay-Back); b) Método del Valor Actual Neto (VAN) y c) Método de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Si bien, con base en la información recopilada en el estudio de mercado y teniendo en cuenta la necesidad de suplir el déficit de vivienda para los sectores menos favorecidos de la ciudad, se plantea la localización del proyecto inmobiliario en el sector Oriental de Cali, cuyo sector tiene una aprobación del 22,10% por parte de la población para adquirir soluciones habitacionales. De igual manera, el proyecto de viviendas en guadua planteado en el presente documento tuvo un grado de aceptación alto, de acuerdo con la encuesta de tipo concluyente realizada en la misma zona para estratos 1 y 2.

El proyecto inmobiliario consta de 88 viviendas tipo VIS con los diseños arquitectónicos ilustrados en el capítulo anterior. Las características de cada una de las tipologías de vivienda se describen a continuación:

TIPO DE VIVIENDA	Área Construida (m ²)	No. Viviendas	Total Área Construida (m ²)	Costo Construcción (\$/m ²)	Costo Construcción x UND (\$)	Costo de Venta (\$/m ²)	Costo Venta x UND (\$)
Viviendas Tipo A	68,20	30,00	2046	\$ 415.000	\$ 28.303.000,00	\$ 1.100.000	\$ 75.020.000,00
Viviendas Tipo B	63,50	58,00	3683	\$ 415.000	\$ 26.352.500,00	\$ 1.100.000	\$ 69.850.000,00
Zonas de Recreación y Zonas Verdes	1050,00	1,00	1050		\$ -		\$ -

TIPO DE VIVIENDA	Área Construida (m ²)	No. Viviendas	Total Área Construida (m ²)	Costo Construcción (EUR/m ²)	Costo Construcción x UND (EUR)	Costo de Venta (EUR/m ²)	Costo Venta x UND (EUR)
Viviendas Tipo A	68,20	30,00	2046	€ 197,62	€ 13.477,62	€ 523,81	€ 35.723,81
Viviendas Tipo B	63,50	58,00	3683	€ 197,62	€ 12.548,81	€ 523,81	€ 33.261,90
Zonas de Recreación y Zonas Verdes	1050,00	1,00	1050		€ -		€ -

Tabla 27. Características del proyecto de vivienda nueva en Pesos Colombianos y Euros.

A continuación se detallan cada uno de los temas tenidos en cuenta para la realización del flujo de caja (Cash-flow) y el análisis económico del **Anexo 6** para determinar la viabilidad del proyecto inmobiliario:

6.1. Compra del Predio

El predio consta de un área de 10.000 m² disponibles para su urbanización con proyectos tipo VIS y su costo total es de \$230.000.000 (109.524 EUR aprox.).

La compra del predio se realizará mediante una promesa de compraventa, en la cual ambas partes se comprometen mediante un contrato firmado ante Notario Público a vender y comprar el bien inmueble. A la firma de esta promesa de compraventa se otorga un **adelanto del 50% en el primer mes. El saldo restante** será pagado una vez se obtenga la escritura pública del predio a nombre del comprador, la cual se estima que se hará en el **Mes 3**.

Debido a que los gastos notariales corren por cuenta de ambas partes, se estima su valor en un 1% del costo comercial del predio para el comprador.

6.2. Impuestos

En el Decreto No. 0321 del 2011 se estructura el Estatuto Tributario del Municipio de Santiago de Cali y se determinan las tasas para el pago de impuestos como:

6.2.1. Impuesto predial

Este impuesto está autorizado por la Ley 14 de 1983, el Decreto de Ley 1333 de 1986 y la Ley 44 de 1990. Es un impuesto del orden municipal, de carácter directo, que grava los bienes inmuebles ubicados dentro del territorio del Municipio de Santiago de Cali.

La base gravable del impuesto Predial Unificado será el Avalúo Catastral, el cual consiste en la determinación del valor de los predios y es obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario.

La causación **del Impuesto Predial Unificado** será el **primero (1º) de Enero del respectivo año gravable**. Su período gravable está comprendido entre el primero (1º) de Enero y el treinta y uno (31) de Diciembre del respectivo año.

Para la liquidación del Impuesto Predial Unificado se deben tener en cuenta las siguientes tarifas diferenciales:

TARIFA IMPUESTO PREDIAL	
USO	TARIFA
USO RESIDENCIAL	
Estrato 1	0,0040
Estrato 2	0,0080
Estrato 3	0,0100
Estrato 4	0,0110
Estrato 5	0,0130
Estrato 6	0,0140
INDUSTRIA Y COMERCIO	
Industria, Comercio y Hotel	0,0145
Moteles, Amoblados y Residencias	0,0145
USO CÍVICO INSTITUCIONAL	
Educativos	0,0120
Cívicos y Religiosos	0,0120
Públicos	0,0120
ZONA RURAL	
Pequeña propiedad rural	0,0040
Vivienda rural	0,0060
Recreacionales, condominios y fincas	0,0140
Rural agropecuaria de mas de 5 Ha	0,0100

LOTES	
Lotes especiales	0,0160
Lotes edificables, no edificados y urbanizables no urbanizados	0,0330

Tabla 28. Tarifas diferenciales para el pago del Impuesto Predial Unificado.

En el caso del presente proyecto se definió la mayor tarifa de uso residencial correspondiente al **estrato 2 y equivalente al 8 por mil**.

Por tanto:

Impuesto Predial = 0,008 x Avalúo Catastral

Avalúo Catastral del Predio = \$ 160.000.000 (76.190,48 EUR aprox.)

Impuesto Predial Unificado= 0,008 x \$ 160.000.000 (76.190,48 EUR aprox.) = \$ 1.280.000 (609,52 EUR aprox.) Anuales (1º de Enero)

Para dos años:

Impuesto Predial Unificado= \$ 1.280.000 (609,52 EUR aprox.) x 2 = \$ 2.560.000 (1.209,05 EUR aprox.)

6.2.2. Sobretasa ambiental

Es un impuesto legal y obligatorio que se utiliza para la protección del medio ambiente, el cual está autorizado por la Ley 99 de 1993. Este impuesto recae sobre los bienes inmuebles ubicados en el Municipio de Santiago de Cali y se genera por la liquidación del Impuesto Predial Unificado.

La base gravable para liquidar la sobretasa ambiental corresponderá al valor del avalúo catastral de los bienes que sirven de base para liquidar el Impuesto Predial Unificado.

La tarifa de este impuesto estará comprendida entre el uno **punto (1,5) por mil y el dos punto cinco (2,5) por mil sobre el avalúo catastral**. Su momento de causación es concomitante con el del Impuesto Predial Unificado.

Para efectos del estudio de viabilidad del presente proyecto se ha elegido la tarifa más alta, correspondiente al **2,5 por mil del Impuesto Predial Unificado**.

Sobretasa ambiental = $0,0025 \times$ Impuesto Predial Unificado

Avalúo Catastral = \$ 160.000.000 (76.190,48 EUR aprox.)

Sobretasa ambiental = $0,0025 \times$ \$ 160.000.000 (76.190,48 EUR aprox.) = \$ 400.000 (190,48 EUR aprox.) Anuales (1º de Enero)

Para dos años:

Sobretasa ambiental = \$ 400.000 (190,48 EUR aprox.) $\times 2 =$ \$ 800.000 (380,95 EUR aprox.)

6.2.3. Sobretasa bomberil

Es un impuesto legal y obligatorio autorizado por la Ley 322 de 1992 y que se utiliza para financiar la actividad bomberil. El municipio de Santiago de Cali es el sujeto activo de la sobretasa bomberil que se cause en su jurisdicción territorial, mientras que el sujeto pasivo de esta sobretasa será la persona natural o jurídica responsable del Impuesto Predial Unificado.

El momento de causación de dicha sobretasa es concomitante con el Impuesto Predial Unificado.

La tarifa y la base gravable para calcular la sobretasa bomberil, corresponderá al **3,7% del valor del Impuesto Predial Unificado** liquidado respectivamente.

Sobretasa Bomberil = $3,7\% \times$ Impuesto Predial Unificado

Impuesto Predial Unificado = \$ 1.280.000 (609,52 EUR aprox.)

Sobretasa Bomberil = $3,7\% \times$ \$ 1.280.000 (609,52 EUR aprox.) = \$ 47.360 (22,55 EUR aprox.)

Para dos años:

Sobretasa Bomberil = \$ 47.360 (22,55 EUR aprox.) $\times 2 =$ \$ 94.720 (45,10 EUR aprox.)

6.2.4. Impuesto de registro Gobernación del Valle del Cauca

Están sujetas al impuesto de registro, en los términos de la Ley 223 de 1995, las inscripciones de los documentos que contengan actos, providencias, contratos o negocios jurídicos en que los particulares sean parte o beneficiarios que, por normas legales, deban registrarse en las Cámaras de Comercio o en las oficinas de registro de instrumentos públicos.

Este impuesto se causa en el momento de la solicitud y se paga por una sola vez por cada acto, contrato o negocio jurídico sujeto a registro.

La tarifa y la base gravable para su cálculo, corresponde al **1,03% sobre el valor total de la venta del predio**. Para efectos del presente estudio de viabilidad, este será pagado en el **Mes 3**, después de la obtención de la escritura pública.

Impuesto de Registro Gobernación del Valle del Cauca = 1,03% x Precio de Venta del Predio

Impuesto de Registro Gobernación del Valle del Cauca = 1,03% x \$ 230.000.000 (109.523,81 EUR aprox.) = \$ 2.369.000 (1.128,10 EUR aprox.)

6.2.5. Registro en Oficina de Instrumentos Públicos

Las copias de la escritura se ingresan a la Oficina de Instrumentos Públicos, donde se registran todas las transacciones de bienes inmuebles, allí se cancelan los impuestos y derechos de registro.

Los documentos pasan a estudio por parte de los abogados calificadores de la Oficina de Registro para efectuar la anotación de la compra y la hipoteca en el certificado de tradición y libertad del inmueble.

Recibirá las boletas de Registro, que son los documentos que acreditan el pago de las sumas antes mencionadas y que necesitará posteriormente para reclamar la escritura y los nuevos certificados.

La tarifa y la base gravable para su cálculo, corresponde al **1.50% sobre el valor total de la venta del predio**. Para efectos del presente estudio de viabilidad, este será pagado en el **Mes 3**, después de la obtención de la escritura pública.

Registro Oficina de Instrumentos Públicos = 1,50% x Precio de Venta del Predio

Registro Oficina de Instrumentos Públicos = 1,50% x 230.000.000 (109.523,81 EUR aprox.) = \$ 3.450.000 (1.642,86 EUR aprox.)

6.2.6. Impuesto de industria y comercio

Es el impuesto que recae, en cuanto a materia imponible, sobre todas las actividades industriales, comerciales y de servicios que se ejerzan o realicen dentro de la jurisdicción del Municipio de Santiago de Cali, directa o indirectamente, por personas naturales, jurídicas o por sociedades de hecho, ya sea que se cumplan en forma permanente u ocasional, en inmuebles determinados, con establecimiento de comercio o sin ellos.

El período del Impuesto de Industria y Comercio será anual y se causará al momento de verificarse la terminación del respectivo período durante el cual se realizó o ejerció la actividad gravable, y se pagará en la oportunidad prevista por la Subdirección de Impuestos y Rentas Municipales, con base en los ingresos denunciados en la declaración privada.

El impuesto de Industria y Comercio se liquidará sobre el promedio mensual de ingresos brutos del año inmediatamente anterior, expresados en moneda nacional, y obtenidos por las personas naturales, jurídicas o sociedades de hecho, con exclusión de:

- a) El valor de las devoluciones
- b) Los ingresos provenientes de la venta de activos fijos
- c) Los ingresos provenientes de exportaciones
- d) Recaudo de impuestos de aquellos productos cuyo precio esté regulado por el Estado
- e) Percepción de subsidios.

La tarifa correspondiente al presente impuesto está regulada por milajes en el Decreto No. 0321 del 2011 donde se estructura el Estatuto Tributario del Municipio de Santiago de Cali.

Asumiendo que, el promedio de los ingresos mensuales del año inmediatamente anterior de la empresa constructora que se encargará de la realización del proyecto de viviendas es del orden de \$ 40.000.000 (19.048 EUR aprox.), y con base en la tabla de milajes establecida en el estatuto tributario para una actividad de servicios de construcción de edificaciones para uso residencial, se tiene lo siguiente:

Milaje = 3,3 por mil

Pago de Impuesto de Industria y Comercio = $(3,3/1000) \times \$ 40.000.000$

Pago de Impuesto de Industria y Comercio = \$ 132.000 (62,86 EUR aprox.)

Para efectos del presente estudio de viabilidad, el pago del Impuesto de Industria y Comercio se ejecutará **anualmente en el mes de Enero**.

Para tres años:

Sobretasa Bomberil = \$ 132.000 (62,86 EUR aprox.) $\times 3 = \$ 396.720$ (188,57 EUR aprox.)

6.2.7. Impuesto complementario de avisos y tableros

Este impuesto se encuentra autorizado por las Leyes 97 de 1913, 84 de 1915, 14 de 1983, 75 de 1986 y el Decreto 1333 de 1986.

Constituyen hechos generadores del Impuesto Complementario de Avisos y Tableros, los siguientes hechos realizados en la jurisdicción del Municipio de Santiago de Cali.

- a) La colocación efectiva de vallas, avisos, tableros y emblemas en la vía pública, en lugares públicos o privados visibles desde el espacio público.
- b) La colocación efectiva de avisos en cualquier clase de vehículos.

La base gravable se liquidará como complemento del Impuesto de Industria y Comercio, tomando como base el impuesto a cargo total de Industria y Comercio, a la que se aplicará una tarifa fija del 15%.

Cuando un contribuyente del Impuesto de Industria y Comercio realice actividades gravadas durante un período sin utilizar o afectar visualmente el

espacio público con la colocación efectiva de avisos, tableros y vallas de cualquier naturaleza, no se causará el Impuesto Complementario de Avisos y Tableros por dicho período.

El presente impuesto se encuentra contemplado en el punto 5 del Cash-flow presentado en el **Anexo 6. El pago de este impuesto se ejecutará en el momento de iniciar la obra (Mes 10 - Enero)**, como consecuencia de la liquidación del Impuesto de Industria y Comercio del año inmediatamente anterior donde se utilizaron las vallas para la publicidad de la promoción inmobiliaria.

Impuesto de Avisos y Tableros = 15% x Impuesto de Industria y Comercio
Impuesto de Avisos y Tableros = 15% x \$ 132.000 (62,86 EUR aprox.) = \$ 19.800 (9,43 EUR aprox.)

6.2.8. Impuesto de publicidad exterior visual

Este impuesto se encuentra autorizado por la Ley 140 de 1994 y es mediante el cual se grava la publicación masiva que se hace a través de elementos visuales como leyendas, inscripciones, dibujos, fotografías, signos o similares, visibles desde las vías de uso o dominio público, bien sean peatonales o vehiculares, terrestres, fluviales, marítimas o aéreas y que se encuentren montados o adheridos a cualquier tipo de estructura fija o móvil, la cual se integra física, visual, arquitectónica y estructuralmente al elemento que lo soporta, siempre y cuando tenga una dimensión igual o superior a ocho metros cuadrados (8 m²).

La base gravable del presente impuesto estará dada por el área en metros cuadrados de la Publicidad Exterior Visual, entendiéndose como tal todos los elementos utilizados en la estructura para informar o llamar la atención del público, de conformidad con el siguiente cuadro:

Impuesto de Publicidad Exterior Visual		
Base Gravable Rango en M2		Valor Impuesto
Desde	Hasta	en UVT*
8	17	20,97
17	25	41,94
25	33	62,91
33	40	83,88
40	48	104,85

*UVT 2012 \$ 26.049 12,40 €

Tabla 29. Valor del impuesto de publicidad exterior por m² en Unidades de Valor Tributario (UVT)

Cada uno de los elementos de Publicidad Exterior Visual que se encuentren ubicados en la jurisdicción del Municipio de Santiago de Cali, así contengan o no avisos publicitarios, generarán a favor de éste impuesto anual conforme al cuadro anterior.

En este estudio de viabilidad se asumió una valla publicitaria con un área de **16 m²** que se ubicará en el sitio de la obra. El valor del impuesto generado por la localización de la valla es el siguiente:

Para 16 m² = 20,97 UVT

UVT = \$ 26.049 (12.40 EUR)

Es decir:

Impuesto Anual de Publicidad Exterior = 20,97 x \$ 26.049 (12.40 EUR)

= \$ 546.247 (260,12 EUR aprox.)

Este impuesto deberá pagarse previamente a la instalación de la valla publicitaria en el **Mes 5**, una vez se inicien las actividades de consultoría o diseño y se haya comprado el predio.

6.2.9. Impuesto de delineación urbana

Este impuesto recae sobre la construcción de cualquier clase de edificación dentro de la jurisdicción del Municipio de Santiago de Cali, de acuerdo con las diferentes modalidades previstas para licencias de construcción en los términos

del artículo 7 del Decreto Nacional 1469 de 2010 y las normas que lo modifiquen, con exclusión de las demoliciones y cerramientos. Se encuentra autorizado por las Leyes 97 de 1913, 84 de 1915, 72 de 1926, 89 de 1930, 79 de 1946, 33 de 1968, 9 de 1989 y el artículo 233 del Decreto 1333 de 1986.

Son sujetos pasivos de este impuesto los titulares de las licencias de construcción en los términos del artículo 19 del Decreto Nacional 1469 de 2010 y las normas que lo modifiquen.

Para efectos de la liquidación del Impuesto de Delineación Urbana, la base gravable corresponderá al resultado de multiplicar el área de construcción, según la modalidad de licencia solicitada, por el valor del metro cuadrado respectivo. Su tarifa es del dos por ciento (2,0 %)

Estarán exentas del pago de dicho impuesto por el término de diez (10) años contados a partir de la fecha de publicación del presente Acuerdo (Decreto No. 0321 del 2011 - Estatuto Tributario del Municipio de Santiago de Cali), las siguientes obras de construcción:

- a) **En la modalidad de obra nueva, las obras correspondientes a los programas y soluciones de vivienda de interés social (VIS) con sus correspondientes áreas comunes.**
- b) Las obras que se realicen para reparar o reconstruir los inmuebles afectados por actos terroristas o catástrofes naturales ocurridas en el Municipio de Santiago de Cali, en las condiciones que para el efecto se establezcan en el decreto reglamentario.
- c) Las obras de restauración y conservación en los bienes inmuebles de interés cultural.

6.2.10. Retención en la Fuente

La retención en la fuente es un sistema de recaudo anticipado del impuesto sobre la renta y complementarios, del impuesto a las ventas, del impuesto de timbre nacional y del impuesto de industria y comercio; que consiste en restar de los pagos o en abonos en cuenta un porcentaje determinado por la ley, a cargo de los contribuyentes de dichos pagos o abonos en cuenta.

En Colombia se encuentra la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), la cual es una Unidad Administrativa Especial (UAE) de carácter

gubernamental encargada de recaudar y administrar el cobro de la retención en la fuente. Para ello se ha establecido el Registro Único Tributario (RUT) como mecanismo para identificar, ubicar y clasificar a las personas y entidades que tengan la calidad de contribuyentes declarantes del impuesto de renta y no contribuyentes declarantes de ingresos y patrimonio, los responsables del régimen común, los pertenecientes al régimen simplificado, los agentes retenedores, los importadores, exportadores y demás usuarios aduaneros.

El gobierno nacional acaba de expedir la Ley 1527 de 2012 – Ley de Libranzas, por medio de la cual se establece un marco general para la libranza o descuento directo y se dictan otras disposiciones. En el Artículo 13 de la presente Ley se describe la nueva metodología adoptada para la retención en los pagos a trabajadores independientes, la cual fue acogida en el estudio de viabilidad del **Anexo 6** para el pago de la retención de los especialistas contratados en el proyecto.

Artículo 13. Retención en los pagos a los trabajadores independientes. La retención en la fuente aplicable a los pagos o abonos en cuenta realizados a trabajadores independientes pertenecientes al régimen simplificado, o que cumplan los topes y condiciones de este régimen cuando no sean responsables del IVA, cuya sumatoria mensual no exceda de cien (100) UVT no están sujetos a retención en la fuente a título de impuestos sobre la renta.

Los pagos o abonos en cuenta que se efectúen a trabajadores independientes por concepto de prestación de servicios que cumplan con las condiciones dichas en el inciso anterior, cuya sumatoria mensual exceda de cien (100) UVT, están sujetos a retención en la fuente a título de impuesto sobre la renta, de conformidad con la siguiente tabla:

TABLA UVT		
RANGO UVT*		TARIFA
Desde	Hasta	
100	150	2%
150	200	4%
200	250	6%
250	300	8%

*UVT 2012 \$ 26.049

*1 UVT = \$ 26.049 ≈ 12,40 EUR

Tabla 30. Valores de retención en la fuente en Unidades de Valor Tributario (UVT)

La base para calcular la retención será el 80% del valor pagado en el mes. De la misma se deducirá el valor total del aporte que el trabajador independiente deba efectuar al sistema general de seguridad social en salud, los aportes obligatorios y voluntarios a los fondos de pensiones y administradoras de riesgos profesionales, y las sumas que destine el trabajador al ahorro a largo plazo en las cuentas denominadas “Ahorro para Fomento a la Construcción (AFC)”.

La retención en la fuente aplicable a los pagos realizados a trabajadores independientes pertenecientes a régimen común, o al régimen simplificado que superen las 300 UVT, será la que resulte de aplicar las normas generales.

APORTES OBLIGATORIOS	
SALUD	12,5%
PENSIÓN	16,0%
FSP	1,0%
TOTAL	29,5%
% BASE	80,0%
% APORTES	40,0%

Tabla 31. Valores base para el cálculo de aportes y retención en la fuente.

6.2.11. Impuesto del Valor Agregado (IVA)

En Colombia el Impuesto al Valor Agregado (IVA), comúnmente denominado impuesto sobre las ventas, es un gravamen que recae sobre el consumo de bienes, servicios y explotación de juegos de suerte y azar. Es un impuesto del orden nacional, indirecto, de naturaleza real, de causación instantánea y de régimen general. Este se aplica en las diferentes etapas del ciclo económico de la producción, distribución, comercialización e importación.

Fiscalmente el concepto de valor agregado, como su denominación lo indica, corresponde a la diferencia entre el valor pagado por los bienes y servicios gravados adquiridos y el valor que al momento de la venta o prestación del servicio gravado se adiciona, de tal manera que el impuesto a las ventas se

causa únicamente sobre el mayor valor adicionado en la nueva operación, pero el impuesto pagado al adquirirlos se trata como descontable.

La tarifa general del impuesto sobre las ventas para bienes y servicios en Colombia es del dieciséis por ciento (16%).

Las personas naturales o jurídicas pertenecientes al *régimen tributario simplificado* no deben cobrar IVA. La persona natural o jurídica perteneciente al *régimen tributario común* es la encargada de adquirir el producto o servicio asumiendo el IVA que teóricamente debió haber cobrado el *régimen tributario simplificado*.

El IVA se asume mediante el mecanismo de retención en la fuente, por lo que está sometido a las reglas de la retención, como lo es la base mínima sujeta a retención, lo cual quiere decir que si el pago que el *régimen tributario común* haga al *régimen tributario simplificado*, no supera la base mínima, no se está en la obligación de asumir el IVA.

En conclusión, el IVA asumido es un tratamiento netamente contable, ficticio, que en ningún momento significa una retención en la fuente real al régimen simplificado, puesto que éste debe recibir la totalidad del valor pactado por la compra o el servicio.

6.3. Honorarios de Especialistas

6.3.1. Honorarios de Topografía

El pago de honorarios por esta actividad comprende el levantamiento y replanteo de poligonales, cálculo del área comprendida, localización de detalles naturales y artificiales existentes dentro del área, preparación e interpretación de descripciones del terreno para su incorporación en escrituras u otros documentos, confección de planos en proyección horizontal del terreno y su enlace con el sistema de proyecciones cartográficas de uso en el país.

De acuerdo con el mercado el costo de estos estudios es de aproximadamente **\$ 1.600.000 (761,90 EUR aprox.)**, los cuales serán pagados en el **Mes 4**,

posterior a la obtención de la escritura del predio y previo a la ejecución de los estudios y/o diseños.

6.3.2. Honorarios del Ingeniero Eléctrico

Los diseños se harán a partir de los diseños arquitectónicos y de los esquemas de distribución de aparatos e iluminación eléctrica requeridos para dar cumplimiento a las normas actuales vigentes al tipo de edificación, los trabajos comprenden la ejecución del diseño eléctrico necesario para la operación de la construcción de acuerdo a las normas vigentes y las regulaciones que tenga establecidas la empresa prestadora de servicio, los cuales comprenden los planos de redes de sistema de alumbrado, tomas de corrientes, teléfonos, comunicaciones, fuerza etc., planos de acometida eléctrica, esquemas de cuadro de cargas, diagramas enfilares, con sus correspondientes tuberías, conductores, cajas, accesorios, tableros y aparatos, con las memorias de cálculo, cantidades de materiales, presupuesto y especificaciones técnicas de construcción y toda la información que se requiera para la construcción y la respectiva aprobación del proyecto, incluido el trámite de solicitud ante la empresa prestadora de servicio.

De acuerdo con el mercado, el costo de estos estudios es de aproximadamente **\$ 1.500.000 (714,28 EUR aprox.)**.

De acuerdo con la Tabla 31 los aportes de seguridad social son:

Base = 40%

Aportes Seguridad Social = 29,5%

Aportes de Seguridad Social Mensuales = $\$1.500.000 \times 40\% \times 29,5\% = \$ 177.000$ (84,29 EUR aprox.)

Honorarios de Diseño Estructural = $\$ 1.500.000 + \$ 177.000 = \$ 1.677.000$ (798.57 EUR aprox.) mensuales.

6.3.3. Honorarios del Arquitecto

De acuerdo con el Decreto 2090 El proyecto arquitectónico será elaborado con base en el anteproyecto aprobado por la entidad contratante y debe contener toda la información necesaria para que la construcción pueda ser ejecutada

correctamente desde el punto de vista arquitectónico, en armonía con sus exigencias técnicas. El proyecto incluye los siguientes trabajos:

- a) Planos de localización, plantas, cortes, elevaciones, cubiertas, etc. a escalas adecuadas.
- b) Planos detallados de carpintería, obras metálicas, decorados fijos, escaleras, baños, prefabricados, cortes de fachadas, enchapados, cielo rasos, pisos, etc.
- c) Esquemas de desagües, iluminación, instalaciones técnicas, como de aire acondicionado y otras similares, que requieren solución arquitectónica, sin incluir los cálculos y planos de ingeniería de las mismas.
- d) Especificaciones detalladas que complementen los planos arquitectónicos descritos e indiquen los materiales que deben usarse y su forma de aplicación.

El honorario básico del arquitecto se calcula de acuerdo con la siguiente tabla:

Honorario de Arquitectos			
	Área Construida en (m ²)	% del Presupuesto de Obra	Área Acum (m ²)
Primeros	1000	7%	1000
Siguientes	4000	5%	5000
Siguientes	5000	4%	10000
En adelante		3%	

Tabla 32. Referencia para el cálculo de honorarios básicos del arquitecto.

Es decir que:

Para un área del proyecto = 10.000 m²

% Presupuesto de Obra = 3%

Presupuesto de Obra = \$ 2.377.535.000 (1.132.159,52 EUR aprox.)

Honorarios del Arquitecto = \$ 71.326.050 (33.964,78 EUR aprox.)

No obstante, estos honorarios harían inviable la construcción del proyecto de viviendas, por lo cual se decide adoptar los costos del mercado actual para un arquitecto por valor de **\$ 1.800.000 (857,14 EUR aprox.) mensuales.**

De acuerdo con la Tabla 31 los aportes de seguridad social son:

Base = 40%

Aportes Seguridad Social = 29,5%

Aportes de Seguridad Social Mensuales = \$1.800.000 x 40% x 29,5% = \$ 212.400 (101,14 EUR aprox.)

Honorarios del Arquitecto = \$ 1.800.000 + \$ 212.400 = \$ 2.012.400 (958.29 EUR aprox.) mensuales.

6.3.4. Honorarios del Ingeniero Estructural

La Comisión Asesora Permanente Para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, mediante la Resolución No. 0004 del 28 de Octubre del 2004 adopta los procedimientos para fijar el alcance de las labores profesionales y los honorarios mínimos que se utilicen para retribuir las labores mencionadas en el artículo 42 de la Ley 400 de 1997.

Artículo Primero: Los procedimientos para fijar el alcance y la remuneración de los servicios profesionales de ingeniería, de acuerdo con las normas sismo resistentes colombianas, tienen como objeto establecer un referente para la estimación de los honorarios mínimos de los profesionales en retribución a sus labores de diseño estructural, estudios geotécnicos, diseño de elementos no estructurales, revisión de los diseños y estudios, dirección de la construcción y supervisión técnica de la construcción, excepto cuando se trate de servidores públicos.

El valor de los honorarios de diseño estructural es un porcentaje del valor de la estructura, lo cual corresponde al honorario básico. Este honorario básico se ve afectado posteriormente por el grado de complejidad de la estructura y por otros factores para llegar a determinar el valor del honorario que efectivamente se debe pagar.

El honorario básico de diseño estructural corresponde al 5,2% del costo de la estructura.

Costo promedio de la estructura = (\$ 28.303.000 + \$ 26.352.500)/2

Costo promedio de la estructura = \$ 27.327.750 (13.013,21 EUR aprox.)

Costo de Honorarios Diseño Estructural = \$ 27.327.750 x 5,2% = \$ 1.421.043 ≈
\$ 1.500.000 (714.30 EUR aprox.)

Sin embargo, se fija un costo mensual para el ingeniero estructural de \$
1.800.000 (857,14 EUR aprox.) de acuerdo con los precios del mercado.

Según la Tabla 31 los aportes de seguridad social son:

Base = 40%

Aportes Seguridad Social = 29,5%

Aportes de Seguridad Social Mensuales = \$1.800.000 x 40% x 29,5% = \$
212.400 (101,14 EUR aprox.)

Honorarios de Diseño Estructural = \$ 1.800.000 + \$ 212.400 = \$ 2.012.400
(958.29 EUR aprox.) mensuales.

Los diseños estructurales, en el caso de edificaciones nuevas, tienen por objeto
la producción de las memorias de cálculo, planos, especificaciones y listas de
materiales que permitan la construcción de la estructura diseñada de acuerdo
con la normativa sismo resistente.

6.3.5. Honorarios de Estudios Geotécnicos

Debe realizarse una exploración del subsuelo en el lugar en que se va a
construir la edificación con base en la cual el ingeniero geotecnista debe
elaborar unas recomendaciones para el que el ingeniero estructural pueda
realizar el diseño estructural de los elementos de la cimentación y obras de
contención y la definición de los efectos sísmicos locales. Además el estudio
geotécnico debe indicar los procedimientos constructivos que debe emplear el
constructor, y los aspectos especiales a ser tenidos en cuenta por el supervisor
técnico.

El Reglamento NSR-10 divide los estudios geotécnicos de la siguiente manera:

- a) estudio geotécnico preliminar.
- b) estudio geotécnico definitivo.
- c) estudio de estabilidad de laderas, y
- d) estudios de sitio.

Para efectos del presente proyecto inmobiliario, se decide realizar un estudio geotécnico definitivo, el cual se realiza para un proyecto arquitectónico y estructural específico. Requiere la exploración del alcance apropiado y la elaboración de unas recomendaciones de diseño de la cimentación. Este estudio es de obligatoria ejecución dentro del reglamento NSR-10.

El costo de un estudio geotécnico definitivo es función del costo de la exploración incluyendo el trabajo de laboratorio y del costo de los trabajos de ingeniería a realizar. El costo estará compuesto por la suma de los componentes (a) y (b) siguientes:

- a) La determinación de los costos de la exploración y del trabajo de laboratorio se sale del alcance del presente documento. El número mínimo de sondeos y su profundidad está definido en el Capítulo H.3 del Reglamento NSR-10 el cual se transcribe en el Apéndice VI del presente documento.
- b) El valor de los honorarios de ingeniería a realizar por el ingeniero geotecnista en un estudio definitivo se determina en función de los honorarios de diseño estructural y corresponden al 15% de los honorarios de diseño estructural determinados previamente.

Honorarios Ingeniero Geotecnista = 15% x Honorarios de Diseño Estructural

Sin embargo, en el caso del presente estudio de viabilidad (**Ver Anexo 6**), se definió un costo de **estudio geotécnico de acuerdo al mercado** por valor de \$ **4.500.000 (2.142,86 EUR)** que incluye pruebas de laboratorio y aportes sociales por parte del contratista. Este estudio será pagado en el **Mes 2** previo al inicio de los diseños estructurales.

6.3.6. Honorarios del Director de Proyectos

Consiste en la dirección técnica y administrativa de la construcción de la estructura y de los elementos no estructurales de la edificación cubiertos por el alcance del Reglamento NSR-10. El director de la construcción debe hacer entregas parciales de acuerdo con el avance de los trabajos. Además debe

entregar oportunamente los documentos solicitados por el Supervisor Técnico y por el contratante.

Los honorarios de dirección de construcción corresponden al 10% del costo directo de las labores de construcción dirigidas por él.

Es decir:

Costos de Construcción = \$ 2.377.535.000 (1.132.159,52 EUR aprox.)

Costos directos = \$ 2.377.535.000 x 10% = \$ 237.753.500 (113.215,95 EUR aprox.)

No obstante, estos honorarios harían inviable la construcción del proyecto de viviendas, por lo cual se decide adoptar los costos del mercado actual para un director de obra por valor de **\$ 2.500.000 (1.190,48 EUR aprox.) mensuales.**

Honorarios de Ingeniero Director de Obra = \$ 3.500.000 (1.666,67 EUR aprox.)

De acuerdo con la Tabla 31 los aportes de seguridad social son:

Base = 40%

Aportes Seguridad Social = 29,5%

Aportes de Seguridad Social Mensuales = \$3.500.000 x 40% x 29,5% = \$ 413.000 (196,67 EUR aprox.)

Honorarios de ingeniero Director de Obra = \$ 3.500.000 + \$ 413.000 = \$ 3.913.000 (1.863,33 EUR aprox.) mensuales.

6.3.7. Honorarios del Ingeniero Residente de Obra

Es el ingeniero encargado de realizar la *Supervisión Técnica Continua* y la verificación de la construcción de la estructura de la edificación de acuerdo a los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural e ingeniero geotecnista. Así mismo, que los elementos no estructurales se construyan siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador de los elementos no estructurales, de acuerdo con el grado de desempeño sísmico requerido.

Para *Supervisión Técnica Continua* según se define en Apéndice I-A del Reglamento NSR-10 el costo de los honorarios de Supervisión Técnica es

1.25% (uno y cuarto por ciento) del costo directo de construcción de la obra supervisada.

Costos de Construcción = \$ 2.377.535.000 (1.132.159,52 EUR aprox.)

Honorarios del Ingeniero Residente \$ 2.377.535.000 x 1.25% = \$ 29.719.187 (14.151,99 EUR aprox.)

No obstante, estos honorarios harían inviable la construcción del proyecto de viviendas, por lo cual se decide adoptar los costos del mercado actual para un ingeniero residente de obra por valor de **\$ 2.000.000 (952,38 EUR aprox.) mensuales.**

Honorarios de Ingeniero Residente de Obra = \$ 2.000.000 (952,38 EUR aprox.)

De acuerdo con la Tabla 31 los aportes de seguridad social son:

Base = 40%

Aportes Seguridad Social = 29,5%

Aportes de Seguridad Social Mensuales = \$2.000.000 x 40% x 29,5% = \$ 236.000 (112,38 EUR aprox.)

Honorarios de ingeniero Residente de Obra = \$ 2.000.000 + \$ 236.000 = \$ 2.236.000 (1.064,76 EUR aprox.) mensuales.

6.4. Licencias y Autorizaciones

6.4.1. Licencia de Urbanización

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial a través del Decreto No. 1469 del 30 de Abril del 2010, reglamenta las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas; al reconocimiento de edificaciones; a la función pública que desempeñan los curadores urbanos y se expiden otras disposiciones.

El Artículo 4 del presente decreto define la Licencia de Urbanización como la autorización previa para ejecutar en uno o varios predios localizados en suelo urbano, la creación de espacios públicos y privados, así como las vías públicas y la ejecución de obras de infraestructura de servicios públicos domiciliarios que permitan la adecuación, dotación y subdivisión de estos terrenos para la

futura construcción de edificaciones con destino a usos urbanos, de conformidad con el Plan de Ordenamiento Territorial, los instrumentos que lo desarrollen y complementen, las leyes y demás reglamentaciones que expida el Gobierno Nacional.

Las licencias de urbanización concretan el marco normativo general sobre usos, edificabilidad, volumetría, accesibilidad y demás aspectos técnicos con base en el cual se expedirán las licencias de construcción para obra nueva en los predios resultantes de la urbanización.

Para efectos del estudio de viabilidad mostrado en el **Anexo 6**, se visitó la Curaduría Urbana No. 3 de la ciudad de Cali como autoridad competente para la expedición de Licencias Urbanísticas. Con base en las tablas para el cálculo de la liquidación de expensas del año 2012, el curador urbano determinó que para un área del predio de 10.000 m² y un área de construcción de viviendas igual a 5.729 m², el costo de la Licencia Urbanística es de **\$ 4.384.817 (2.088 EUR aprox.)**, la cual deberá pagarse en el **Mes 8**, después de ejecutar la fase de consultoría o diseño, y haber realizado un porcentaje mínimo de ventas sobre planos.

6.4.2. Licencia de Construcción

El Artículo 7 del Decreto No. 1469 del 30 de Abril del 2010, define la Licencia de Construcción como la autorización previa para desarrollar edificaciones, áreas de circulación y zonas comunales en uno o varios predios, de conformidad con lo previsto en el Plan de Ordenamiento Territorial, los instrumentos que lo desarrollen y complementen, los Planes Especiales de Manejo y Protección de Bienes de interés Cultural, y demás normatividad que regule la materia. En las licencias de construcción se concretarán de manera específica los usos, edificabilidad, volumetría, accesibilidad y demás aspectos técnicos aprobados para la respectiva edificación.

Para efectos del estudio de viabilidad mostrado en el **Anexo 6**, se visitó la Curaduría Urbana No. 3 de la ciudad de Cali como autoridad competente para la expedición de Licencias de Construcción en diferentes modalidades. Con base en las tablas para el cálculo de la liquidación de expensas del año 2012, el curador urbano determinó que para un área de construcción de viviendas

igual a 5.729 m², el costo de la Licencia Urbanística en la modalidad de Obra Nueva es de **\$ 8.005.114 (3.811,95 EUR aprox.)**. No obstante, la **Ley exonera los proyectos Vivienda de Interés Social en un 50%**, por lo que el **costo total de la Licencia de Construcción de Obra Nueva tendrá un valor de \$ 4.002.557 (1.905,98 EUR aprox.)**, la cual deberá pagarse en el **Mes 8**, después de ejecutar la fase de consultoría o diseño, y haber realizado un porcentaje mínimo de ventas sobre planos.

6.4.3. Licencia Ambiental

Según el Decreto 1220 de 2005, por medio del cual se reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993, la Licencia Ambiental es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos puede producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias la paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

Para efectos del estudio de viabilidad mostrado en el **Anexo 6**, se visitó la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) en la ciudad de Cali como autoridad competente para la expedición de Licencias Ambientales para la explotación de los recursos naturales como la *Guadua Angustifolia*. Dicho permiso tendrá un costo aproximado de **\$ 10.300.000 (4.904,76 EUR aprox.)**, el cual llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de la *Guadua Angustifolia*, que sean necesarios para el desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad.

La licencia ambiental deberá obtenerse previamente a la iniciación del proyecto, obra o actividad, es decir, igual a las demás Licencias se obtendría aproximadamente en el **Mes 8**. Ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una licencia ambiental.

6.5. Construcción

La Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) presentó un informe económico en el año 2011 (Chirivi B., et al., 2011) donde se analiza la variación del Índice de Costos de Construcción de Viviendas (ICCV) para el año 2011 y sus principales componentes. El ICCV está compuesto por tres grandes grupos de costos: materiales de construcción, mano de obra y maquinaria y equipos, los cuales para el mismo año presentaron un crecimiento del 7,7%, 4,8% y 1,4% respectivamente.

De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), los grupos de materiales que presentan mayor influencia en los costos de construcción son los asociados a la cimentación y las estructuras con el 32% y mampostería con 14% como se puede ver en la siguiente gráfica:

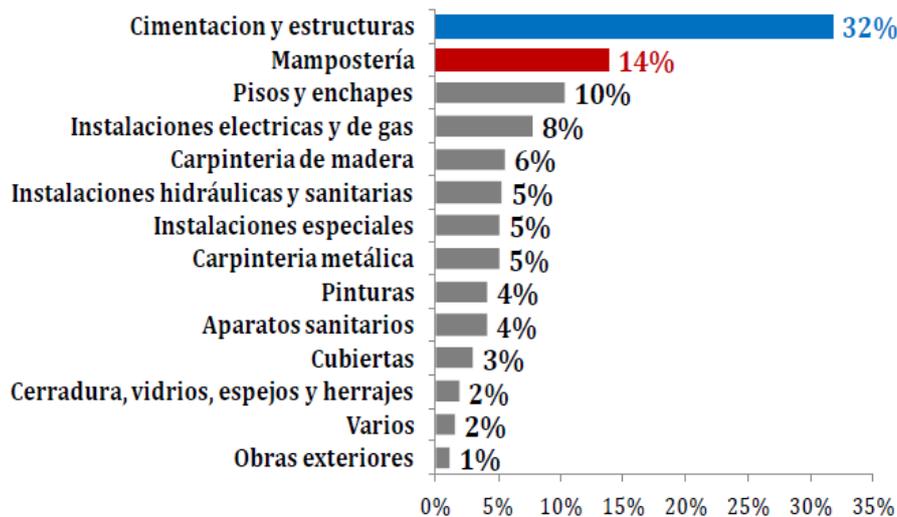


Figura 74. Participación de los segmentos de insumos en la edificación de una vivienda (%).

De acuerdo con el informe estos dos grupos están creciendo anualmente a una tasa del 11%, mientras que los demás materiales lo hacen a una tasa del 2%. Lo anterior indica que los insumos que mayor aumento de precios presentan, son los que mayoritariamente influyen en el costo final de la construcción de viviendas.

Pero un análisis más detallado al interior de la mampostería, muestra que los componentes que están influyendo en los costos de construcción de edificaciones son el cemento gris (2,4%), ladrillos (3,9%) y morteros (3,5%);

donde el costo del cemento gris crece a una tasa anual del 13%, el precio de los ladrillos crece al 14% y el de los morteros al 9% como lo revela la siguiente tabla publicada por el CAMACOL:

	Var% anual*	Ponderación	Contribución
<i>Arena</i>	4%	4%	0,1%
<i>Bloques</i>	10%	10%	1,0%
<i>Cemento gris</i>	13%	18%	2,4%
<i>Ladrillos</i>	14%	29%	3,9%
<i>Morteros</i>	9%	40%	3,5%
Total Mampostería	11%	100%	11%

Fuente: DANE. Elaboración DEET – CAMACOL

Tabla 33. Variación anual del costo de materiales que hacen parte de la mampostería y ponderación y contribución al crecimiento de la mampostería al ICCV.

Aunque la participación del hormigón en la cimentación y estructura de una vivienda es del orden del 62%, los materiales que más contribuyen en el crecimiento del ICCV son el hormigón (4,8%) y hierros y aceros (3,8%). A continuación se muestra la variación anual del costo de los materiales que hacen parte de la cimentación y estructuras:

	Var% anual*	Ponderación	Contribución
Gravas	5%	2%	0,1%
Piedra	5%	1%	0,1%
Recebo	4%	1%	0,1%
Casetón	4%	0%	0,0%
Concreto	8%	62%	4,8%
Aditivos	6%	0%	0,0%
Hierros y aceros	17%	23%	3,8%
Mallas	14%	2%	0,3%
Alambres	21%	1%	0,3%
Maderas de cons.	6%	7%	0,4%
Total cimentación y estructura	11%	100%	11%

Fuente: DANE. Elaboración DEET – CAMACOL

Tabla 34. Variación anual del costo de materiales que hacen parte de la cimentación y estructuras y ponderación y contribución al crecimiento de la cimentación y estructuras en el ICCV.

Con base en las cifras suministradas por CAMACOL por metro cuadrado, para el presente estudio de viabilidad y teniendo en cuenta que existirán en menor cuantía el uso de materiales como el hormigón, acero y mampostería, se ha fijado en la zona Oriental un costo por metro cuadrado construido de **\$ 415.000 (197,62 EUR aprox.)**, teniendo en cuenta que el costo del terreno por metro cuadrado en dicha zona es de tan solo **\$ 23.000 (10,95 EUR aprox.)**.

Costo total de construcción de Viviendas Tipo A (68,20 m²) = \$ 28.303.000 (13.477,62 EUR aprox.)

Costo total de construcción de Viviendas Tipo B (63,50 m²) = \$ 26.352.500 (12.548,81 EUR aprox.)

6.6. Ventas y Publicidad

6.6.1. Ventas

El Decreto 4466 de 2007 determina que el costo de las Viviendas de Interés Social (VIS) no debe exceder el valor de 135 Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes (SMMLV), es decir, que para el SMMLV fijado en el año 2012 en \$ 566.700 (269,85 EUR aprox.), el costo total de una vivienda tipo VIS no debe ser mayor a \$ 76.504.500 (36.430,71 EUR aprox.).

Con base en lo anterior y con el propósito de cubrir la totalidad de los gastos que devenga la realización del proyecto inmobiliario, se ha fijado el costo de venta por metro cuadrado de vivienda en \$ 1.100.000 (523,81 EUR aprox.) cuyo precio es inferior al del mercado en la ciudad de Cali si se analizan las **Tablas 22, 23, 24 y 25 del Capítulo 5**. En resumen, se tiene que:

Precio de Venta de Vivienda Tipo A = \$ 75.020.000 (35.723,81 EUR aprox.) < \$ 76.504.500 (36.430,71 EUR aprox.)

Precio de Venta de Vivienda Tipo B = \$ 69.850.000 (33.261,90 EUR aprox.) < \$ 76.504.500 (36.430,71 EUR aprox.)

De igual manera, el Decreto 4466 de 2007 determina el valor del Subsidio Familiar de Vivienda Urbano (SFV) con cargo a los recursos del Presupuesto

Nacional y las Cajas de Compensación Familiar tal como se muestra en la siguiente tabla:

Ingresos (SMMLV)		Valores en pesos		Valor de Subsidio Fonvivienda en SMMLV	Valor en pesos Subsidio Fonvivienda
Desde	Hasta	Desde	Hasta		
0	1	0	566.700	22	12.467.400
1	1.5	566.700	850.050	21.5	12.184.250
1.5	2	850.050	1.133.400	21	11.900.700
2	2.25	1.133.400	1.275.075	19	10.767.300
2.25	2.5	1.275.075	1.476.450	17	9.633.900
2.5	2.75	1.476.450	1.558.425	15	8.500.500
2.75	3	1.476.450	1.700.100	13	7.367.100
3	3.5	1.700.100	1.983.450	9	5.100.300
3.5	4	1.700.100	2.266.800	4	2.266.800

* Valor SMMLV(Salario mínimo mensual legal vigente) \$566.

Tabla 35. Valor en pesos del subsidio familiar para la adquisición de vivienda en función de los ingresos mensuales.

La Tabla anterior demuestra que las personas que devenguen menores ingresos mensuales tienen una mayor ayuda por parte del gobierno nacional para la adquisición de vivienda; y debido a que el presente proyecto inmobiliario está orientado al beneficio de familias pertenecientes a estratos socioeconómicos 1 y 2, cuyos ingresos son menores a 2,5 SMMLV, se puede asumir que el Subsidio Familiar de Vivienda estará por encima de \$ 9.000.000 (4.285,71 EUR aprox.), lo cual les dará para pagar el 10% de la venta correspondiente al valor de la cuota inicial como se muestra a continuación y en el estudio de viabilidad del **Anexo 6**.

Cuota Inicial para Viviendas Tipo A = 10% x \$ 75.020.000 (35.723,81 EUR aprox.)

Cuota Inicial para Viviendas Tipo A = \$ 7.502.000 (3.572,38 EUR aprox.) < \$ 9.000.000 (4.285,71 EUR aprox.).

Cuota Inicial para Viviendas Tipo B = 10% x \$ 69.850.000 (33.261,90 EUR aprox.)

Cuota Inicial para Viviendas Tipo B = \$ 6.985.000 (3.326,19 EUR aprox.) < \$ 9.000.000 (4.285,71 EUR aprox.).

El valor aplazado corresponde al 30% del valor total de la venta, el cual podrá ser pagado en un plazo mínimo de 8 meses (período comprendido entre el Final de las ventas y el Final de la Obra) y un plazo máximo de 11 meses (período comprendido entre el Inicio de las Ventas y el Final de la Obra).

La hipoteca adquirida por el usuario con la entidad bancaria corresponderá al 60% del valor total de venta de la vivienda.

Para efectos del estudio de viabilidad presentado en el **Anexo 6** se ha definido el ritmo de ventas presentado en la **Tabla 36**:

6.6.2. Publicidad

Para la realización del estudio de viabilidad del **Anexo 6** se determinó lo siguiente:

Gastos de comercialización = 0,70% x Total ventas

Gastos de Publicidad = 15% x Gastos ventas

Dónde:

Total ventas = \$ 6.301.900.000 (3.000.904,76 EUR aprox.)

Gastos ventas = 0,70% x \$ 6.301.900.000 = (3.000.904,76 EUR aprox.)

= \$ 44.113.300 (\$ 21.006,33 EUR aprox.)

Gastos Publicidad = 15% x \$ 44.113.300 (\$ 21.006,33 EUR aprox.) = \$ 6.616.995 (3.150,95 EUR aprox.)

Los gastos de publicidad serán distribuidos como lo ilustra la **Tabla 36**:

RITMO DE VENTAS	INICIO VENTAS					FINAL VENTAS
	INICIO DE CONSULT	FINAL DE CONSULT				
	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
VIVIENDAS TIPO A			6	7	8	9
VIVIENDAS TIPO B			8	12	18	20
DISTRIBUCIÓN PUBLICIDAD	15%	15%	15%	20%	20%	15%

Tabla 36. Ritmo de ventas para viviendas tipo A y B y distribución de publicidad.

6.7. Financiación

Previamente a la realización del estudio de viabilidad del **Anexo 6** se consultó directamente con un asesor financiero del banco Davivienda, el cual suministró información básica para la financiación del proyecto planteado en este trabajo. A continuación se detallan los requisitos exigidos para la obtención del crédito constructor, tasas de interés, plazos y formas de pago:

a) Requisitos Crédito Constructor

- El crédito aplica para constructores profesionales con experiencia y trayectoria en el sector de la construcción.
- Como garantía se constituye hipoteca en primer grado sobre el lote, así mismo el pagaré debe ser firmado por la constructora y socios.
- El crédito debe contar con una póliza todo riesgo constructor (construcción y ventas), incendio y terremoto (inmuebles terminados que garanticen el crédito).
- Estados financieros de la sociedad y cada uno de los socios.
- Memoria descriptiva del proyecto, especificaciones generales de la obra y sistema de la estructura.
- Planos de localización del proyecto en la ciudad y en el sector ubicando las vías principales de acceso a sitios de interés.
- Plantas amuebladas de los diferentes tipos de inmuebles.
- Programación detallada de obra y de inversión.
- Estudio de suelos con recomendaciones de cimentación.
- Planos de sondeos.
- **El banco Davivienda no cobra por el estudio del crédito.**

b) Valor del Préstamo Hipotecario

La entidad bancaria consultada ofrecerá el 70 – 80% del valor total de los Costos Directos + Costos Indirectos de la Obra para proyectos tipo VIS. Es decir:

Costos Directos + Costos Indirectos = = \$ 2.377.535.000 (1.132.159,52 EUR aprox.) **Ver Anexo 6.**

Principal del Préstamo Hipotecario = 70 % (Costos Directos + Costos Indirectos)

Principal del préstamo Hipotecario = 70% x \$ 2.377.535.000 (1.132.159,52 EUR aprox.) = \$ 1.664.274.500 (792.511,67 EUR aprox.)

c) Tasa de Interés del Crédito Hipotecario

El préstamo hipotecario se realizará a una tasa de UVR + 8 donde:

UVR es la Unidad de Valor Real que, a partir del año 2000 permite realizar operaciones de crédito hipotecario en el largo plazo a través de ajustes de su valor de acuerdo con la capacidad adquisitiva de la moneda legal. Su cálculo se realiza a través de la inflación acumulada en los últimos tres meses. Lo anterior indica que en Colombia no existe un préstamo hipotecario con una tasa de interés nominal fija que permita calcular la proyección de las cuotas mensuales, el interés y el abono a capital. Por lo tanto, para el presente estudio de viabilidad y de acuerdo con las recomendaciones suministradas por el asesor bancario, se asumió un valor de 3,92% de inflación lo cual permitió el cálculo de una tasa efectiva anual para el préstamo hipotecario de acuerdo con la siguiente formula:

$UVR = 1 + \text{Inflación}$

$\text{Interés Efectivo Anual} = UVR \times (1 + \text{Puntos}) - 1$

$\text{Interés Efectivo Anual} = [(1 + 0,0392) \times (1 + 0,08) - 1] \times 100 = 12,23 \%$

$\text{Interés Nominal} = [(1 + \text{Interés Efectivo Anual})^{(1/12)} - 1] \times 12$

$\text{Interés Nominal} = \{ [(1 + 0,1223)^{(1/12)} - 1] \times 12 \} \times 100 = 11,60\%$

$\text{Interés Mensual} = 11,60\% / 12 = 0,97\%$

d) Plazos y Forma de Pago

- El plazo del crédito es acorde con el tiempo de ejecución del proyecto y adicionalmente el constructor contará con seis meses más.
- El crédito hipotecario se puede cancelar anticipadamente, el banco Davivienda no cobra sanción por la cancelación anticipada del producto.
- Se dispondrá del crédito de acuerdo con el avance de la obra, lo cual permitirá administrar adecuadamente los recursos.

- Para el desembolso del crédito hipotecario, el constructor deberá haber realizado como mínimo la venta del 50% de las unidades a construir.
- El pago del capital se realiza al vencimiento, con abonos anticipados, o mediante las subrogaciones de los créditos individuales (Crédito Hipotecario o Leasing Habitacional) otorgado a sus compradores.

Con la información previa suministrada por la entidad bancaria se definió lo siguiente para el estudio de viabilidad del **Anexo 6**:

- **El crédito hipotecario se solicitará** a la entidad bancaria una vez haya finalizado el período de ventas **con el 100% de las unidades vendidas**, es decir, **en el Mes 10**.
- **El pago del crédito hipotecario se realizará por anticipado en el Mes 18, es decir, Finalización del Período de Obra (Mes 15) más 3 meses.**

Por otro lado, se decidió utilizar otro sistema de financiación o acción correctora mediante la cual fuese posible adquirir recursos para la compra del predio y suplir los gastos documentales iniciales. Esta financiación se realizó a través del aporte del 100% de capital por parte de los socios, acordando la devolución del mismo en el Mes 16 incluyendo un 10% de dividendos.

El capital aportado constituye el máximo valor negativo obtenido en el flujo de caja inicial, este aporte es de \$ 376.616.621 (179.341,25 EUR aprox.) y los dividendos serían de \$ 37.661.662 (17.934,12 EUR aprox.). A continuación se ilustra cómo serían los flujos de caja para la realización del proyecto con y sin aportación de capital social.

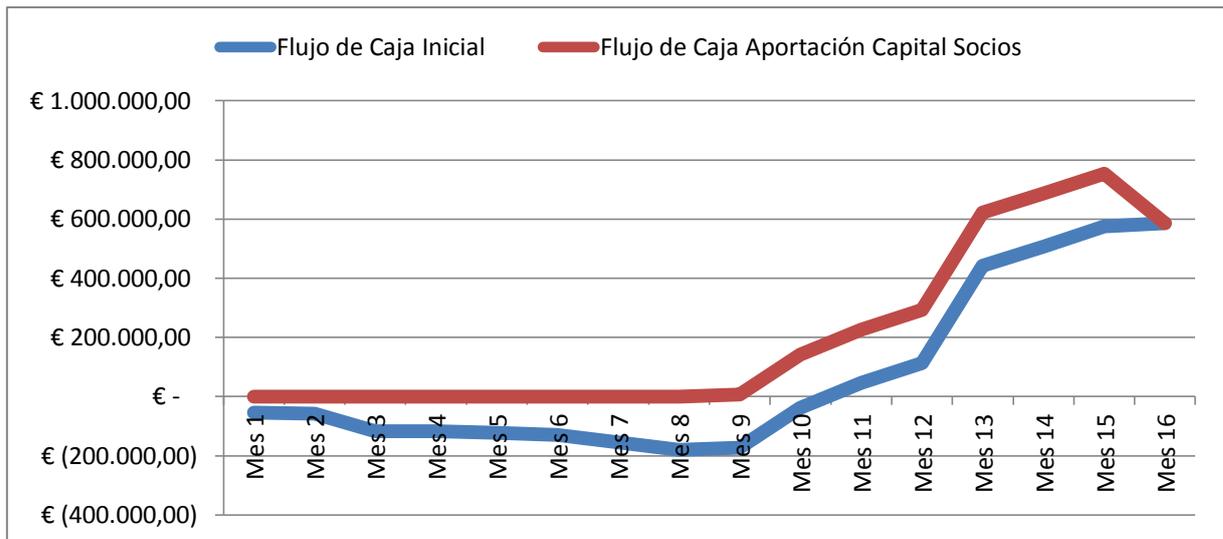


Figura 75. Flujo de caja inicial y flujo de caja con aportación de capital social.

6.8. Análisis de Resultados

Cabe resaltar que ha habido un gran interés por parte del autor en llevar a cabo este tipo de proyecto a la realidad, por lo que se realizó un gran esfuerzo por conocer al detalle los costos y cada uno de los trámites documentales a realizar por parte del urbanizador para desarrollar una promoción inmobiliaria en la ciudad de Cali, lo cual condujo a entrevistas directas con personas del Departamento Administrativo de Planeación Municipal, asesores de la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) sede Valle del Cauca, curaduría urbana, notarías, asesores financieros de entidades bancarias, encuestas a usuarios de vivienda de estratos 1 y 2, entre otros.

Con el fin de que la promoción tuviese una aceptable rentabilidad para el inversionista y un flujo de caja neto positivo sin financiación, fue necesario fijar un costo de venta por m² en \$ 1.110.000 (528,57 EUR aprox.), el cual es inferior a los costos del mercado actual en cualquiera de las cuatro zonas de la ciudad. Además, siendo este un proyecto de Vivienda de Interés Social que utiliza materiales renovables de bajo costo como la guadua, puede ofrecerse a los usuarios una vivienda con mayores espacios internos y mejores facilidades de pago, ya que el Subsidio Familiar de Vivienda cubre en la mayoría de los

casos el costo total de la cuota inicial, equivalente al 10% del valor de la vivienda.

A continuación se evaluará la rentabilidad o viabilidad del proyecto inmobiliario de viviendas sismo resistentes de bajo costo en la ciudad de Cali, a partir de los siguientes criterios o métodos:

- **Método de recuperación de la inversión (Pay – Back)**

Este método consiste en determinar la liquidez más que la rentabilidad contando el número de períodos que toma igualar los flujos de caja acumulados con la inversión inicial. A continuación, en la siguiente figura se ilustra el período del Pay-back:

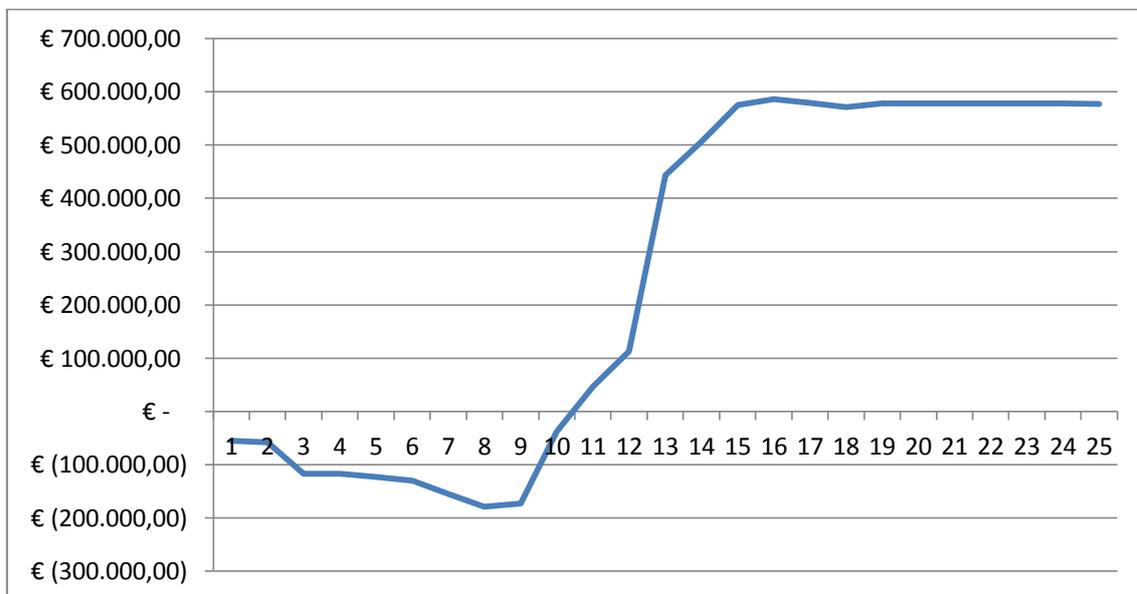


Figura 76. Período de recuperación de la inversión (Pay-back)

Con base en la figura anterior, el retorno de la inversión empezará a partir del **Mes 10**. Sin embargo, aunque es un análisis sencillo, este no permite identificar la rentabilidad o el beneficio de la inversión. Para ello se utilizan los métodos del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

- **Método del Valor Actual Neto (VAN)**

El concepto de VAN consiste en actualizar todos los flujos futuros al período inicial (cero) y luego compararlos para identificar si los beneficios son mayores que los gastos. Si los beneficios llevados al período inicial son mayores que los gastos actualizados, significa que la rentabilidad del proyecto es mayor que el

costo del capital, por lo tanto, es conveniente invertir en esa alternativa de negocio. En resumen se tiene que:

Si $VAN > 0$ Se acepta la inversión.

Si $VAN = 0$ La inversión es indiferente (normalmente no se acepta).

Si $VAN < 0$ Se rechaza la inversión.

TIR	1,39%	mensual
	17,97%	anual

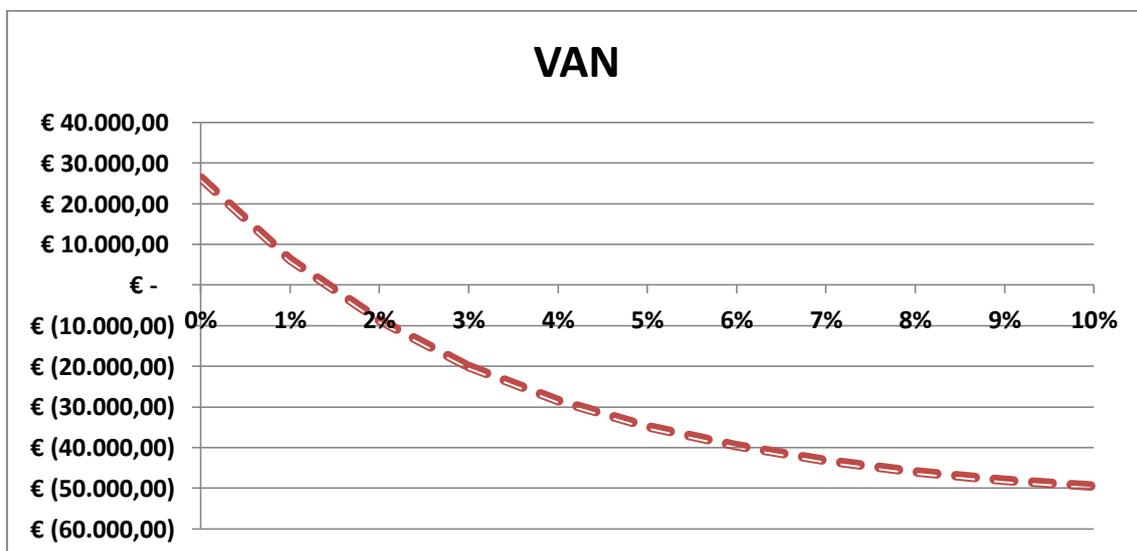


Figura 77. Valor Actual Neto (VAN) de la promoción inmobiliaria.

- **Método de la Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La TIR se define como aquella tasa de descuento de un proyecto de inversión que permite descontar los flujos netos de operación de un proyecto e igualarlos a la inversión inicial, es decir, La TIR es la máxima tasa de descuento que puede tener proyecto para que sea rentable, pues una tasa mayor a la TIR ocasionaría que la inversión fuese mayor que el beneficio (VAN menor a 0). En resumen se tiene que:

Si $TIR > k$ Se acepta la Inversión

Si $TIR = k$ La inversión es indiferente (normalmente no se acepta).

Si $TIR < k$ Se rechaza la inversión.

Viendo la definición de los últimos dos conceptos (VAN y TIR), se puede concluir que ambos se complementan. Por lo tanto, para el proyecto de la referencia se calcularon ambos bajo los siguientes supuestos:

1. No se tuvo en cuenta la financiación de la promoción.
2. El cobro total de la hipoteca se produce 3 meses después de la finalización de la obra (Mes 21).

TIR Mensual calculado para el proyecto = 1,39%

TIR Anual calculado para el proyecto = 17,97%

De otra parte, analizando conjuntamente la financiación a través del crédito hipotecario y la aportación del 100% del capital social, se tiene lo siguiente (**Ver Anexo 6**):

Total préstamo hipotecario = \$ 1.664.274.500 (792.511,67 EUR aprox

Total aportación capital social = \$ 376.616.621 (179.341,25 EUR aprox.)

Cálculo del costo de la aportación de capital (k) = 0,782% Mensual = 9,80% Anual.

Cálculo del costo del préstamo hipotecario (k) = 1,141% Mensual = 14,59% Anual.

Costo de Capital Medio Ponderado

TOTAL PRÉSTAMO HIPOTECARIO	€	792.511,67	81,55%
TOTAL APORTACIÓN CAPITAL SOCIAL	€	179.341,25	18,45%
Total Financiación	€	971.852,91	100,00%

$K = 10,68\%$ Anual

$K = 0,85\%$ Mensual

Por lo tanto, llevando el valor de k mensual obtenido a partir de la ponderación del costo de capital a la gráfica del VAN de la **Figura 77**, se tiene lo siguiente:

Para $k = 0,85\%$ VAN = \$ 18.828.667 (8.966,03 EUR aprox.)



Como $VAN > 0$ y $TIR > k$ La rentabilidad de la inversión en el proyecto de construcción de viviendas en guadua es aceptable.

7. CONCLUSIONES

- Durante la última década el país ha presentado un importante crecimiento económico apoyado mayoritariamente por el sector de la construcción. Sin embargo, las principales ciudades del país como Cali aún presentan un alto déficit habitacional que sumado a los elevados costos de venta desfavorece y limita el desarrollo de los sectores con escasos recursos económicos. La *Guadua Angustifolia* se presenta como una excelente alternativa para el desarrollo de proyectos innovadores de vivienda en la ciudad, gracias a su excelente desempeño frente a un fenómeno sísmico y sobre todo, a su reconocimiento por parte de nuestra cultura como un material autóctono de construcción.
- Colombia es uno de los pocos países en el mundo donde se cultivan más de cincuenta especies de guadua y se ha obtenido el mayor provecho gracias a la multiplicidad de usos que se le ha dado a esta planta desde tiempos inmemorables. Por tal razón, existen cuantiosos proyectos de investigación en diferentes universidades del país que han demostrado profundamente sus excelentes propiedades mecánicas y características físicas para el uso en proyectos de construcción. Uno de los principales exponentes a nivel mundial de este material es el arquitecto Colombiano Simón Vélez, quien ha podido demostrar el uso de la *Guadua Angustifolia* en la construcción de proyectos de ingeniería civil de gran envergadura como el puente del hotel Crosswaters Ecolodge en China y el Pabellón Zeri en Manizales apoyado por la Universidad de Stuttgart (Alemania).
- Con base en el capítulo 3 se puede determinar que actualmente existen iniciativas impulsadas a nivel mundial por diferentes centros de investigación y organismos no gubernamentales para promover proyectos de construcción con guadua, la cual cuenta con excelentes propiedades físicas y mecánicas que permiten su uso no solo en la construcción de viviendas, sino que también en obras de gran

envergadura. De otra parte, la guadua es un material cuyo uso masivo reduciría considerablemente el gran impacto ambiental que producen otro tipo de materiales como el hormigón, la mampostería y la madera misma. Así como también, facilita la reducción de los costos de construcción, los cuales pueden ser reinvertidos para beneficiar a un mayor número de familias o mejorar los acabados internos de las viviendas favoreciendo así el desarrollo de sus habitantes.

- Con base en el análisis de los precios de vivienda por zonas, se encontró que en las zonas Sur y Oeste se encuentran los proyectos inmobiliarios con los mayores costos de venta por m² construido que varían desde \$ 1'743.555 (830 EUR aprox.) y \$ 2'468.272 (1.175 EUR aprox.) respectivamente. Aunque estas zonas presentan una excelente localización para acceder a zonas de esparcimiento, centros comerciales e instituciones educativas que favorecen la construcción de un proyecto inmobiliario, imposibilitan el desarrollo de una solución habitacional como la planteada en este documento, ya que sería inviable gracias a los altos costos para la adquisición de predios. En estas zonas se desarrollan principalmente proyectos de vivienda NO VIS, los cuales no tienen un precio de venta límite. Por lo anterior, fue necesario localizar el proyecto en la zona Oriental de la ciudad, donde existe mayor necesidad de construcción de proyectos de vivienda tipo VIS y donde los costos de adquisición del terreno son más bajos.
- El estudio de mercado realizado en el capítulo 5 permitió identificar en su fase exploratoria los principales requisitos que deben satisfacer los nuevos proyectos inmobiliarios en la ciudad como: buena localización de la promoción, facilidades de financiación y precios justos de venta. Los usuarios perciben mayoritariamente que en el país existen condiciones económicas favorables para la adquisición de vivienda, ya que el 68,2% cuentan con la posibilidad de acceder a un subsidio de vivienda. Sin embargo, requieren que se reduzcan las cuotas iniciales, se ofrezcan facilidades de pago mensual, bajas tasa de interés y exigen mayores ingresos para la compra, pues el 74,8% de los caleños adquieren

ingresos entre 1 y 4 Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes (SMMLV). De otra parte, en los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3 existe un gran mercado potencial, donde el 75,71% de las personas encuestadas manifestaron el deseo de adquirir vivienda. Todos los requerimientos mencionados previamente pueden ser satisfechos con la implementación del proyecto de vivienda propuesto en este trabajo.

- A partir de la investigación de mercados de tipo concluyente realizada a través de la formulación de una encuesta, la cual fue dirigida a personas cabezas de hogar y usuarias de proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS) del sector Oriental de la ciudad, se demostró que la promoción tiene una buena aceptación por parte de estos usuarios para la compra de una solución habitacional innovadora de bajo costo, amigable con el medio ambiente, sismo resistente, amplias zonas internas, mejores acabados y construida con guadua. Lo anterior, desmitifica la creencia que se tenía acerca de que la construcción de viviendas de este tipo son para sectores marginales de la ciudad.
- Las principales razones que han desmotivado a las grandes constructoras a desarrollar proyectos tipo VIS en la ciudad, se deben a los cuantiosos trámites para la aprobación de planes parciales, la poca fluidez administrativa para otorgar las licencias de construcción y urbanización y, la baja rentabilidad de este tipo de soluciones habitacionales.
- La Norma Sismo resistente Colombiana (NSR-10) distingue a la ciudad de Cali como una de las ciudades con mayor vulnerabilidad sísmica del país, y donde la población ha experimentado varios eventos sísmicos fuertes. Se encontró que el 65,4% de la población encuestada en la fase concluyente desconoce su situación de alta vulnerabilidad ante un fenómeno sísmico.



- Con base en el estudio de viabilidad se pudo determinar que con el uso de la guadua es posible ofrecer soluciones de vivienda a un menor costo por m² y con mejores espacios internos sin afectar la rentabilidad del proyecto.
- Es de resaltar que aunque la realización de este proyecto presenta una rentabilidad positiva para el constructor, los beneficios obtenidos serán menores comparados con otro tipo de promoción inmobiliaria, como por ejemplo: Un proyecto de vivienda en la zona Sur NO VIS. Es por ello que este trabajo, en materia de beneficios, ha sido enfocado con un mayor componente social y ambiental que económico.

8. RECOMENDACIONES

- Queda pendiente por desarrollar en investigaciones o trabajos posteriores el diseño estructural de cada una de las tipologías de vivienda, siguiendo los lineamientos de la Norma Sismo Resistente Colombiana (NSR-10) y del Manual de Construcción Sismo Resistente de Viviendas en Bahareque Encementado. Así como también, buscar recursos para incentivar la investigación de un sistema de muros prefabricados en guadua, cuyo material de recubrimiento sea un sistema similar a las placas de fibrocemento que sirvan de protección a la guadua frente al fuego y que además, proporcionen un aislamiento térmico y acústico.
- Es aconsejable que para el desarrollo de un proyecto inmobiliario de este tipo se tengan en cuenta las investigaciones llevadas a cabo por diferentes grupos de investigación nacionales, como por ejemplo el trabajo desarrollado por Obermann en la Universidad Nacional de Colombia (Obermann, et al., 2004), en el cual se desarrolló un modelo innovador para el sistema de uniones de estructuras espaciales, lo cual puede mejorar el desempeño de la estructura frente a cualquier tipo de carga.
- Ya se demostró que este es un proyecto fácil de construir, económico y rentable. Por lo que también pueden desarrollarse soluciones habitacionales para estratos socioeconómicos altos con mejores diseños arquitectónicos y acabados internos.
- Gracias a que la construcción en guadua requiere mano de obra no cualificada, es posible que este proyecto de vivienda se lleve a cabo con la ayuda del gobierno nacional y capital privado, a través de un proceso de desarrollo de asistencia técnica dirigido a los usuarios, basado en la implementación de estrategias de participación comunitaria y un sistema de autoconstrucción dirigida. Con lo cual se podría eliminar el desarrollo de zonas subnormales, potencializar las capacidades de la comunidad, canalizar la actividad auto-constructora por las vías legales y promover el desarrollo y uso de nuevas tecnologías, contribuyendo de esta manera al proceso de ordenamiento urbano y al logro de una adecuada y costeable vivienda para todos.



9. ANEXOS

10. BIBLIOGRAFÍA

(AIS) Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica Manual de Construcción Sismorresistente de Vivienda de uno y Dos Pisos con Bahareque Encementado. - Bogotá : [s.n.], 2001.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente [Book]. - 2010.

Biasin, Cho and Martín Guadua (Recurso Sustentable) UNA Mirada Desde la Gestión Estratégica de Diseño [Report]. - 2004.

CAMACOL Estudio del Déficit Habitacional de Santiago de Cali [Informe]. - Cali : [s.n.], 2007.

CAMACOL Valle Boletín Económico [Report]. - Santiago de Cali : [s.n.], 2012.

Carvajal Willian N., Ortega William O. and Romero Carlos J. Elementos Estructurales en Bambú [Report] / Universidad Nacional de Colombia. - Bogotá : [s.n.], 1981.

Chirivi B. Edwin, Quiroz P. Oscar and Rodriguez P. Darío Tendencia Reciente de los Costos de Construcción de Vivienda en Colombia [Report] / Cámara Colombiana de la Contrucción. - Bogotá : [s.n.], 2011.

Ciro Velásquez Héctor José, Osorio Saraz Jairo Alexander and Vélez Restrepo Juan Manuel Determinación de la Resistencia Mecánica Tensión y Cizalladura de la Guadua Angustifolia KUNTH [Journal]. - Medellín : [s.n.], 2005.

Colprensa PIB en Colombia habría crecido el 5.8% durante el 2011 [Artículo] // Diario El País de Colombia. - 19 de 03 de 2012.

Gib Cooper El Bambú: Su Importancia en la Ecología y la Conservación de las Especies Nativas [Conference] // 1er Congreso Mexicano de Bambú Memorias. Una Alternativa de Desarrollo Sustentable. - Xalapa y Veracruz : 1er Congreso Mexicano de Bambú, 2005. - pp. 30-34.

Gutierrez Jorge A. Structural Adequacy of Traditional Bamboo Housing in Latin America [Journal]. - 2000.



Hidalgo Lopez Oscar Nuevas Técnicas de Construcción con Bambú [Book]. - Bogotá : [s.n.], 1978.

Hunter I. R. Bamboo Resources, Use and Trade: The Future? [Journal]. - 2003.

Iyer Sreemathi Guidelines for Building Bamboo-Reinforced Masonry in Earthquake-Prone in India [Informe]. - California : [s.n.], 2002.

Jayanetti Lionel Seismic testing of a Bamboo Based Building System [Publicación periódica]. - Hughenden : [s.n.].

Judziewics J. E. [et al.] American Bamboos [Book]. - Washington D.C. and London : [s.n.], 1999.

Kinnear Thomas and Taylor James Investigación de Mercados: [Book]. - Bogotá D.C. : Mc Graw Hill, 2000.

López L. and Silva M. Comportamiento Sismorresistente de Estructuras en Bahareque [Report]. - Manizales : [s.n.], 2000.

M&M Redacción Puentes en Guadua: Pasos Sobre Material Constructivo Eficiente [Publicación periódica]. - Bogotá : [s.n.], 2011.

Martin J. and Mateus L. Determinación de la Resistencia a Compresión Paralela a la Fibra de Guadua de Castilla [Report]. - Bogotá : [s.n.], 1981.

Martinez Cáceres E. Puentes en Do Mayor [Informe]. - 1992.

Obermann Tim Martin and Laude Ronald Bambú: Recurso Sostenible para Estructuras Espaciales [Report] / Universidad Nacional de Colombia. - Medellín : [s.n.], 2004.

Ochoa G. Carlos, Freire F. Christian y Estrada A. Leonardo 1.1.1. Plan Habitacional Para las Zonas Urbano Marginales del Cantón Milagro en Base a Una Estructura Mixta: Metálica – Bambú - Cemento [Publicación periódica]. - Guayaquil : [s.n.], 2004.

Ordoñez C. Victor Rubén Perspectivas del Bambú para la Construcción en México [Publicación periódica]. - Xalapa : [s.n.], 1999.



Osorio Jairo Alexander, Vélez Juan Manuel and Ciro Héctor José Estructura Interna de la Guadua y su Incidencia en las Propiedades Mecánicas [Journal] // Dyna. - Medellín : [s.n.], 2007.

País Redacción Diario el Cali, sin política de vivienda social [Artículo] // Diario el País de Cali. - Cali : El País, 30 de 04 de 2006.

Pardo Camero Jorge Andrés Estudio de Prefactibilidad de un Proyecto para la Prestación de Servicios de Acabados para Vivienda de Interés Social en Bogotá D.C. [Report] / Pontificia Universidad Javeriana. - Bogotá D.C. (Colombia) : [s.n.], 2004.

Prieto Sanchez Edwin and Sanchez Pineda Jorge Hernán Comportamiento de la Guadua Angustifolia a Flexión [Report] / Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil ; Universidad Nacional de Colombia. - Bogotá : [s.n.], 2002.

Rattan International Network for Bamboo and International Network for Bamboo and Rattan [Online] // International Network for Bamboo and Rattan. - Septiembre 27, 2012. - <http://www.inbar.int/Board.asp?Boardid=67>.

Rodriguez N [et al.] Utilización del Bambú (Guadua angustifolia Kunth) (BAMBUSOIDEAE: GRAMINEAE) Como una Alternativa Sostenible de Construcción de Viveindas en la Zona Atlántica de Costa Rica [Journal] // Tierra Tropical Sostenibilidad, Ambiente y Sociedad. - Las Mercedes de Guácimo : [s.n.], 2006. - pp. 77-85.

Rodríguez N. [et al.] 3.2.3. Utilización del Bambú (Guadua Angustifolia KUNTH) (Bambusoideae: Gramineae) Como Una Alternativa Sostenible de Construcción de Viviendas en la Zona Atlántica de Costa Rica [Journal]. - Las Mercedes de Guácimo : [s.n.], 2006.

Salas Delgado Eduardo Actualidad y Futuro de la Arquitectura de Bambú en Colombia. Simón Vélez: "Símbolo y Búsqueda de lo Primitivo" [Report] / Departamento de Construcciones Arquitectónicas ; Universidad Politécnica de cataluña. - Barcelona : [s.n.], 2006.

Salas Delgado Eduardo La Importancia de la Guadua en la Obra de Simón Vélez [Publicación periódica] // Boletín de información técnica. - Barcelona : AITIM, 2006. - 241.



Sánchez J. and Prieto E. Comportamiento de la Guadua Angustifolia Sometida a Flexión [Report]. - 2002.

Schulz Rudolf La Sismicidad de América Latina [Report]. - Santiago de Chile : Unesco, 1965. - p. 43.

Sharma Bhavna Seismic Performance of Bamboo Structures [Report] / Universidad de Pittsburgh. - Pensilvania : [s.n.], 2010.

Takeuchi Caori Comportamiento Estructural de la Guadua Angistifolia. Uniones en Guadua [Informe]. - 2005.

Tistl Michael and Velásquez Gil Jorge Alberto Roofs instead of Tents: A Reconstruction Project in The Colombian Coffee Zone After Earthquake of January 25Th, 1999 [Journal]. - Pereira : [s.n.], 2001.

Woodward Clyde Consultants Geología Sísmica y Sismicidad del Noroccidente de Colombia [Report]. - Medellín : [s.n.], 1983.

Xiao Yan, Zhou Quan y Shan Bo Design and Construction of Modern Bamboo Bridges [Publicación periódica] // Journal of Bridge Engineering. - 2010.

Yoshimura Koji [et al.] Damage to Building Structures Caused by the 1999 Quindío Earthquake in Colombia [Journal]. - 1999.