

**GRAU EN ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ
PROJECTE FINAL DE GRAU**

**Proyecto de viviendas de interés social en bahareque
encementado para el municipio de Villamaría, Colombia.**

Projectista/es: Cristian Fuentes Aguilar i Júlia Marcó Navarro
Director/s: Montserrat Bosch González
Convocatòria: 2012-2013

ÍNDICE

1. Resumen	3
2. Prólogo	3
3. Introducción	4
3.1. Presentación.	4
3.1.1 Villamaría.	4
3.1.2 Sismo resistencia.	4
3.1.3 Bahareque y guadua.	6
3.2. Contexto.	7
3.2.1. Visión del territorio	7
3.2.2. Visiones territoriales generales posibles.	7
3.2.3. Calidad en la Vivienda de Interés Social, (V.I.S).	8
3.2.4. Los materiales en la construcción para vivienda de interés social.	8
3.2.5. Normativa aplicable en el desarrollo de vivienda de interés social.	9
3.2.6. Procedimientos en Vivienda de Interés Social.	9
3.3. Objetivos.	10
3.3.1. Obtener una visión territorial objetiva y realista.	10
3.3.2. Propuestas de mejora en los conceptos débiles, para obtener un municipio sostenible.	10
3.3.3. Perfil ambiental del municipio para valorar la prioridad de zonas de intervención.	11
3.3.4. División social por estratos.	11
3.3.5. Recuperación de técnicas constructivas en riesgo de desaparición, (Bahareque).	11
3.3.6. Obtener una vivienda social con mejores parámetros de confort y consumos mínimos de energía.	12
3.3.7. Establecer el conjunto de vivienda social como un laboratorio de eficiencia energética y Biourbanismo.	12
3.4. Metodología.	13
3.4.1. Estancia en el municipio por dos meses y medio para apreciar “ <i>in situ</i> ” las necesidades y potenciales.	13
3.4.2. Análisis del territorio, estado actual.	13
3.4.3. Exigencias y parámetros de construcción, habitabilidad y confort en edificios de vivienda de interés social. Normativa y realidad.	14
3.4.4. Análisis metodológico de datos.	15
3.5. Hipótesis de trabajo.	15
3.5.1. Estructuras: Verde, Hídrica, Construida, Circulatoria y Aérea.	15
3.5.2. Lectura de los edificios de V.I.S. en clave sostenible y energética. Oportunidades de mejora.	16
3.5.3. Reducción de costos, beneficio del paisaje, aprovechamiento de pendiente del terreno, reducción de consumos energéticos y cumplimiento de las directivas y objetivos.	16
3.5.4. Implantación de estrategias para la utilización del Bahareque como técnica tradicional para la zona.	17
4. Marco Teórico	18
4.1 La guadua.	18
4.2 Sistemas constructivos tradicionales.	19
4.3 Manuales de construcción.	23

5. Método para BioVillas	23
5.1. Antecedentes	23
5.1.1. Biomanizales.	23
5.1.2. Incorporación del Bahareque encementado en la norma NSR-10	23
5.1.3. El Plan de Desarrollo de Villamaría	23
5.1.4. El Plan de Ordenamiento Territorial de Villamaría.	23
5.1.5. Planimetría del municipio.	23
6. Resultados	24
6.1. Propuesta de tres tipologías de vivienda	24
6.1.1. Perfil ambiental de Villamaría.	24
6.1.2. Análisis de tipología constructiva actual.	30
6.1.3. Tres tipos de vivienda.	30
7. Discusión	34
7.1. La necesidad de estrategias para la recuperación del bahareque.	34
7.1.1. Que hemos aprendido de Biovilla.	34
7.1.2. ¿Que se hará con después del proyecto?	34
7.1.3. El compromiso social en sostenibilidad.	34
8. Conclusiones personales	34
8.1. Experiencia personal.	34
8.2. Conclusión de trabajo.	
9. Bibliografía	36
10. Agradecimientos	37
11. Distribución de trabajo en equipo	37
Anexos	

1. RESUMEN

Este proyecto es el proceso de aprendizaje desde cero en la materia del sistema constructivo tradicional de bahareque en Colombia.

El proyecto se estructura en primera parte por la introducción, donde plasmamos nuestra visión y relación con el nuevo territorio al que fuimos. También se definen los conceptos principales de la materia del proyecto, como normativas, información referente a las viviendas de interés social, el bambú, nuestra visión del entorno y propuestas en construcción, territorio y sociedad a lo largo de tres meses de estadía.

La segunda parte detalla el marco teórico, donde se definen en profundidad las materias principales del proyecto: guadua, sistemas constructivos y manuales de construcción.

Seguidamente se comentan los documentos más relevantes e importantes para la elaboración de este proyecto.

En una tercera parte entramos en materia dando los resultados del análisis realizado a lo largo del aprendizaje. Detallando más profundamente el territorio conocido a partir del método de análisis por estructuras, aprendido del libro Biomanizales de la profesora Luz Stella Velásquez. Con los resultados se realiza la propuesta de viviendas de interés social para el municipio de Villamaría.

Finalmente se concluye el proyecto con la discusión, donde concentramos los resultados y respuestas personales que definen el final del recorrido de este aprendizaje.

2. PRÓLOGO

Todo empezó el primer semestre del 2011, ambos estábamos cursando las optativas en sostenibilidad, cuando en la asignatura de Edificación i Medioambiente que realizaba Montserrat Bosch, vino a dar una clase la profesora Luz Stella Velásquez de Colombia, quién presentó una clase sobre reconstrucción, sostenibilidad y sistemas constructivos tradicionales de su tierra. Al final de la clase lanzó una propuesta de proyecto sobre construcción en un sistema constructivo tradicional, el bahareque, en Colombia. Fuimos los únicos de la clase que nos sumamos a la propuesta para realizar nuestro proyecto final.

Después de un tiempo de espera para concretar el proyecto, finalmente en abril Luz Stella volvió a Barcelona y pudimos hablar con ella para determinar el proyecto y lo que íbamos a realizar en Colombia, gracias a un convenio entre nuestra facultad EPSEB, concretamente el departamento del GICITED con el IDEA (Instituto de Estudios Ambientales) un centro vinculado a la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) con el que Luz Stella colabora desde hace años y del cual fue directora.

El proyecto que definió nos ubicaba en una estadía de casi 3 meses en Colombia, en el municipio de Villamaría y en la ciudad de Manizales para colaborar en un proyecto de viviendas de interés social en el ayuntamiento de Villamaría; proyecto que ya estaba vinculado con el IDEA.

Con la burocracia en regla, la primera semana de julio ya estábamos en Colombia, viviendo en el municipio de Villamaría. Allí nos relacionaron con todo el personal de la alcaldía, que nos ubicó en sus oficinas y nos facilitaron toda la documentación y ayuda que necesitáramos.

El primer mes nos permitió establecer el contacto social con la gente que conocimos tanto del ayuntamiento como del IDEA, donde acudíamos a escuchar y aprender diversos proyectos que estaban llevando a cabo.

Con toda la gente conocida empezamos a recorrer el territorio, a escuchar y aprender; a fijarnos detalladamente en cada pueblo, en

cada casa, en las opiniones de la gente, etc. Empezamos a entender el país en su globalidad.

Tuvimos la oportunidad de asistir una semana a un taller internacional que realizaba la UNESCO en distintos pueblos de la zona cafetera, que conmemoraba el primer aniversario de la declaración como patrimonio de la humanidad del Paisaje Cultural Cafetero. Allí tuvimos la oportunidad de ver la presentación de muchos proyectos en las conferencias, y también de conocer a sus autores. Una semana de gran aprendizaje.

Todo gracias al profesor Miguel Ángel Aguilar, colaborador del IDEA y profesor de la Facultad de Arquitectura de la UNAL, quién posteriormente nos brindó la oportunidad, en el mes de agosto, de asistir a una asignatura dirigida por él sobre Desarrollo Urbano donde aprendimos el origen y los porqués de la morfología urbana actual en las ciudades de Colombia. Una gran experiencia.

Íbamos teniendo reuniones con Luz Stella quién nos fue marcando las pautas para ir elaborando el documento de nuestro proyecto. A partir de lo que íbamos aprendiendo el guion marcado, éste nos sirvió para ir buscando en el territorio lo que debíamos aprender. Así fue como fuimos elaborando nuestro proyecto desde las oficinas de la alcaldía.

Finalmente, a mediados de septiembre regresamos hacia Barcelona, donde terminamos nuestro proyecto con nuestra tutora Montse Bosch quién nos orientó para la elaboración de este documento entre tanta información que traíamos de tierras Colombianas.



Figura 3.1. Mapa Colombia, Google Maps.



Figura 3.2. Mapa Colombia, departamentos, Wikipedia.

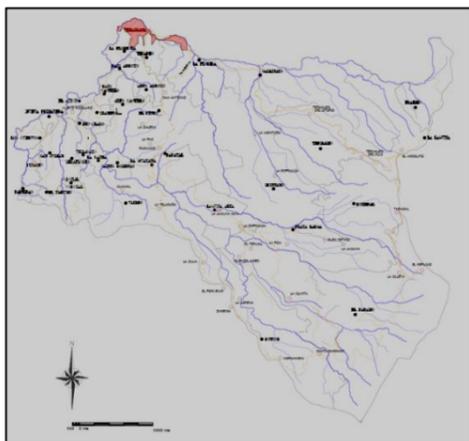


Figura 3.3 Mapa expansión, Villamaría. Archivo Villamaría.

3. INTRODUCCIÓN

3.1 Presentación

3.1.1 Villamaría

Villamaría es un municipio que se encuentra en la República de Colombia, en el departamento de Caldas, del cual su capital es Manizales. Esta población se sitúa en la cordillera central andina. Villamaría se ubica dentro del Parque de los Nevados.

El municipio tiene aproximadamente 50.000 habitantes, 35.000 en la zona urbana y 15.000 en zona rural. Y tiene una extensión de 461 Km². Se puede observar la proporción de la zona urbana con la de la zona rural (Figura 3.3). El área rural está conformada por 34 veredas.

El municipio se sitúa a 1920m de altitud y se encuentra en zona volcánica, principalmente por la proximidad del Parque de los Nevados, por lo que es un municipio con vulnerabilidad sísmológica.

El objeto de estudio de este proyecto se sitúa en la vereda La Floresta.

3.1.2 Sismo resistencia

Los terremotos son fenómenos naturales causados por el movimiento de las placas tectónicas o fallas geológicas que existen en la corteza terrestre. También los produce la actividad volcánica.

Colombia forma parte del Cinturón del Fuego del Pacífico, con una alta actividad sísmica y alta frecuencia de sucesos.

Villamaría se ubica en una zona de movimiento sísmológico, y esto condiciona la tipología constructiva de sus construcciones.

Para entender el concepto de sismo resistencia en la construcción de viviendas en Colombia antes debemos definir algunos conceptos:

Terremoto: vibración o movimiento ondulatorio del suelo, originada por la liberación de energía sísmica que se acumula dentro de la tierra,

causada por presión y tensión del interior de la tierra.

Amenaza sísmica: cuando existe la posibilidad de que se sucedan sismos importantes en un lugar y en un tiempo exacto. La amenaza sísmica es distinta según el territorio.

Podemos comprobar en la (Figura 3.5) que nuestra zona de estudio, el pueblo de Villamaría se sitúa en una zona de amenaza sísmica alta, dentro del territorio Colombiano.

Sismo resistencia: una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una configuración estructural capaz de soportar la acción de fuerzas causadas por los sismos. Es una propiedad con la que deben dotarse las edificaciones para garantizar la seguridad.

Es por esto que en Colombia existe la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR/10), que define los parámetros para garantizar la seguridad, aunque esta no se puede garantizar nunca por completo, pero sí asegura menos daños y evitar el colapso estructural.

En caso de no seguir la norma la construcción no sismo resistente puede ser muy vulnerable frente a un sismo.

FUERZAS SÍSMICAS

Cuando ocurre un sismo, las construcciones se ven afectadas en forma de movimientos:

- Fuerzas horizontales
- Oscilación vertical
- Torsión

Todas al mismo tiempo, la afectación de la vivienda va a depender de su forma y material.

Fuerzas horizontales:

Las ondas sísmicas se transmiten por el suelo originando esfuerzos horizontales, puede deslizarse la cimentación. Flexión y cizallamiento de los muros. (Figura 3.6)

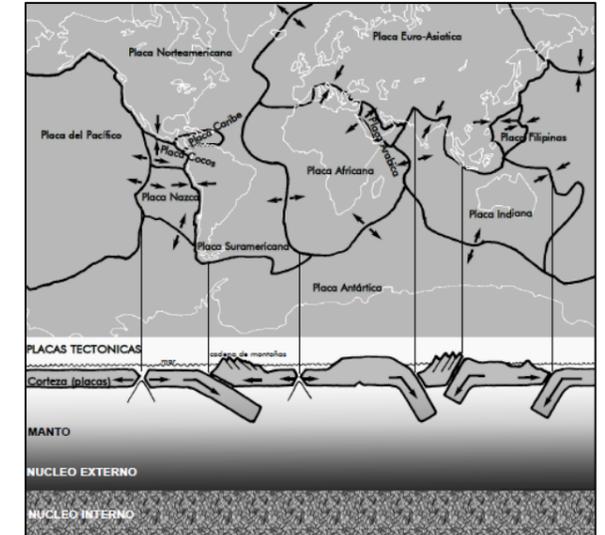
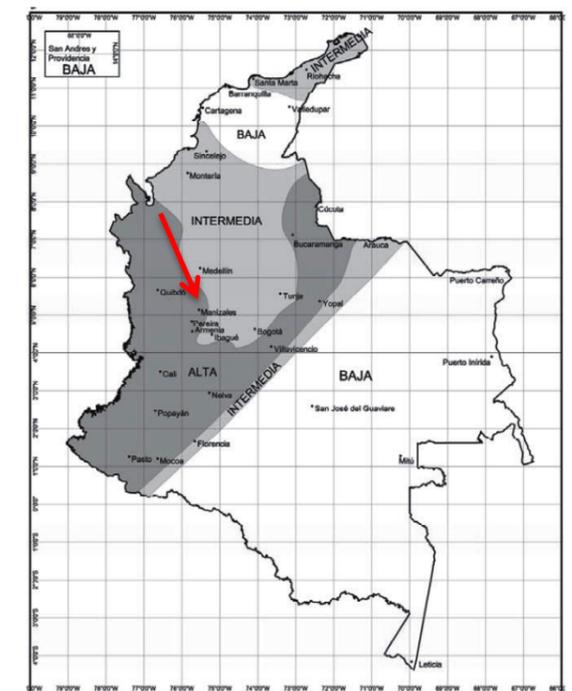


Figura 3.4. Distribución mundial placas tectónicas. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción (Colombia).

Figura A.2.3-1 — Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_2 y A_1 . Figura 3.5. Catalogación del riesgo sísmico en Colombia. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

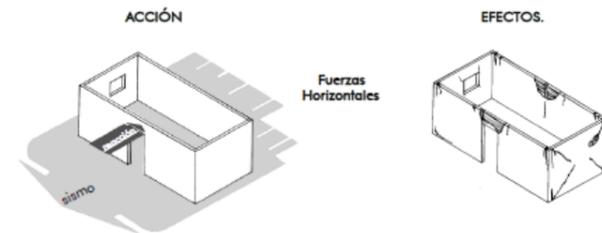


Figura 3.6. Representación gráfica de los efectos de las fuerzas horizontales en una vivienda. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

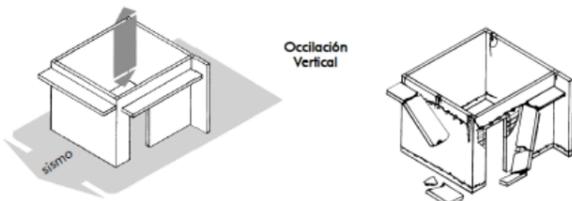


Figura 3.7. Representación gráfica de los efectos de la oscilación vertical en una vivienda. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

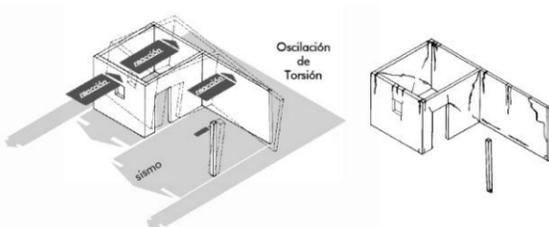


Figura 3.8. Representación gráfica de los efectos de la oscilación de torsión en una vivienda. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

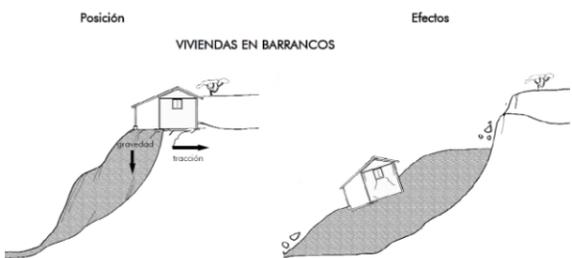


Figura 3.9. Fuerzas en laderas sobre construcciones. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

Oscilación Vertical:

Provoca pocos efectos, afecta a elementos pesados: estructuras de techo, voladizos, balcones, etc. (Figura 3.7)

Oscilación de Torsión:

Se produce por una combinación de fuerzas: desplazamientos horizontales y fuerzas laterales. Afectará más cuando la construcción cuando el centro de gravedad no esté centrado con su centro de rigidez. (Figura 3.8)

AFECTACIÓN DE LOS SISMOS EN CONSTRUCCIÓN SEGÚN LA FORMA

Las construcciones frente a un sismo deberán reunir las condiciones mínimas técnicas constructivas, buen uso del material y diseño. Se describen a continuación viviendas en formas irregulares en tamaño y altura que deben evitarse, tipos de muros:

Construcción en L:

Muros de distintas dimensiones, se comportan de manera deficiente, acelerando su caída.

Construcción rectangular:

Paredes largas sin muros de arriostres resisten menos y pueden colapsar.

Construcción alta:

Los muros altos y delgados tienen más flexibilidad y menos resistencia.

Otros:

- Formas en T y C
- Vigas de techo sueltas
- Viviendas sin sobre cimientos
- Estructuras de techo pesadas

- Construcciones hechas en terrenos con pendientes
- Evitar grandes espacios abiertos entre muros

PRINCIPIOS PARA UNA VIVIENDA PARASÍSMICA/SISMORESISTENTE: (Figura 3.10)

- Forma regular
- Bajo peso
- Mayor rigidez
- Buena estabilidad
- Suelo firme y buena cimentación
- Estructura apropiada
- Materiales competentes
- Calidad en la construcción
- Capacidad de disipar energía
- Fijación de acabados e instalaciones

TIPOLOGÍA DE TERRENO PARA CONSTRUIR

Por la zona en la que se sitúa nuestro proyecto en Colombia nos encontramos en medio de la cordillera central andina, con lo cual los desniveles del terreno y su clima son factores a estudiar detalladamente para tener en consideración antes de construir. Los planos urbanísticos de las localidades colombianas disponen de estudios para catalogar la peligrosidad del suelo por sus riesgos. Zonas no adecuadas para la construcción: pantanos, barrancos cerca de ríos, sobre antiguas minas, sobre rellenos sanitarios, etc.

Viviendas en barrancos:

Barrancos constituidos por terrenos blandos, limo-arcillosos, depósitos de materiales, etc. No son buenos para asentar una vivienda. (Figura 3.9)

Viviendas en zonas bajas:

No es recomendable construir una vivienda bajo un barranco que presenta grietas importantes, estas serán aprovechadas por el sismo. Hay muchas posibilidades de derrumbe. (Figura 3.13)

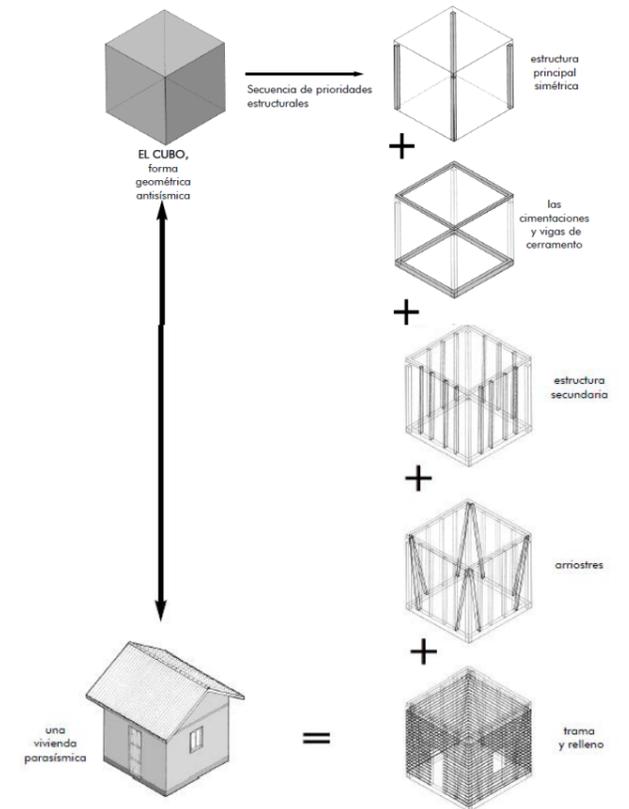


Figura 3.10. Principios forma y estructura para construcción sísmica. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

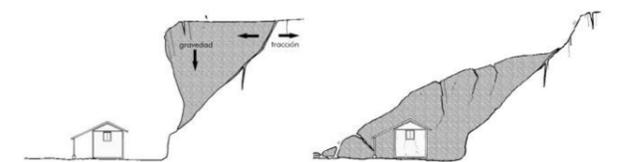


Figura 3.13.1 Fuerzas en laderas sobre construcciones. Gilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.



Figura 3.11. Guadua, Parque del Café, Armenia. Archivo personal.



Figura 3.12. Guadua con raíces al descubierto, Salamina. Archivo personal.

Viviendas en terrenos blandos:

En caso de un sismo la presencia de agua ablanda el terreno y puede provocar hundimientos.¹



Figura 3.13.2 Fuerzas en laderas sobre construcciones. Gilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

3.1.3 Bahareque y guadua

Breve introducción a los conceptos:

Guadua

La guadua es un tipo de bambú usado en la construcción tradicional, así como en otras aplicaciones; a parte de la construcción de guadua combinada con otros materiales, esta también se usa en construcciones realizadas puramente con este material.

El bambú es un material con unas características extremas por su tamaño, ligereza, firmeza, solidez y su velocidad de crecimiento. Este material se puede encontrar en diversas zonas del mundo desde zonas trópicas a climas templados, hasta una altitud de 3500m sobre el mar.

En Colombia se procesan por lo menos 25 tipos de bambú para su uso en artesanías, instrumentos musicales y construcción de edificios, la especie más usada en Colombia es la guadua *Angustifolia*.

Su grandes potenciales le dan la caracterización de un material de alta tecnología por su estabilidad, extrema ligereza y flexibilidad.

En Colombia existe normativa estructural para la construcción en guadua, NSR (Norma Sismo Resistente)-10 Título G.

¹ Información referente a sismoresistencia extraída del libro: Gilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

Bahareque

El Bahareque es un sistema constructivo tradicional usado en históricamente en Colombia.

Sus características constructivas son una estructura en guadua, recubierta por guadua en esterilla y actualmente recubierta por una malla metálica sobre la que se revocan los paramentos. Los tejados son de piezas cerámicas.

Como hemos comentado anteriormente, la flexibilidad y ligereza de la guadua permite a este sistema constructivo un mayor movimiento en toda su envergadura, dando una mejor respuesta a las fuerzas que afectan a la vivienda en cuanto se sucede un sismo.

Esta tipología en concreto es el bahareque encementado, aunque existen a lo largo de la historia distintas versiones de dicho sistema constructivo, que ha ido modificándose en función de las necesidades y sobre todo por la búsqueda de la resistencia de sus pueblos frente a los sismos.



Figura 3.14 Vivienda típica en bahareque encementado, Salamina. Archivo personal.



Figura 3.15 Casa de la Cultura en bahareque de tierra, Manizales (Colombia). Archivo personal.



Figura 3.16 Pavellón Zeri, en estructura de guadua, Recinto del Pensamiento, Manizales (Colombia). Archivo personal.



Figura 3.17 Páramo, Parque de los Nevados, Villamaría (Colombia). Archivo personal.



Figura 3.18 Vereda Llanitos, Villamaría (Colombia). Archivo personal.

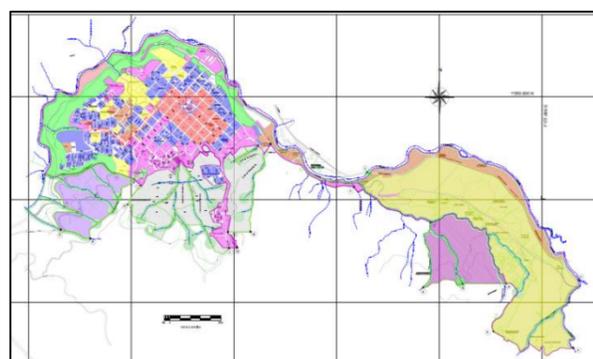


Figura 3.19 Mapa zona urbana, Villamaría (Colombia). Archivo Villamaría.

3.2 Contexto

3.2.1 Estudio del territorio

En el tiempo de recorrido, integración y reconocimiento del territorio objeto del proyecto se ha podido obtener una visión general de éste bastante amplia. Hemos conocido prácticamente todos los rincones del municipio, desde las zonas bajas hasta el Páramo que se encuentra en las cercanías del cráter del Nevado del Ruiz. Este territorio se encuentra dividido en zonas urbana y rural, a su vez en barrios y manzanas la primera y en veredas la segunda.

Esta experiencia ha permitido disfrutar de innumerables y bellos paisajes, centros poblados y por supuesto la población que habita en cada uno de ellos. Como resultado de esta experiencia se concluye un enriquecimiento cultural, pues gracias a esto se ha podido conocer la forma de vida de varios ciudadanos según la zona donde estos habiten. Cabe destacar el sistema de división socio-económica que separa en estratos la población según sus ingresos y la vivienda en la que habita, este método se aplica a todos los residentes, por lo que interesa conocerlo en detalle para que, los resultados no aumenten los efectos de división social en el municipio

Se han podido apreciar las distintas tipologías de vivienda urbana y rural, sus materiales y técnicas constructivas así como también conocer en detalle la planimetría de todo el municipio, la normativa de ordenamiento reflejada en su PBOT (Plan Básico de Ordenamiento Territorial), sus planes y expectativas de futuro reflejados en el Plan de Desarrollo del municipio para 2012-2015 cuyo título incluye "Villamaría, hacia la Sostenibilidad con Calidad Social, Económica y Ambiental", estadísticas socio-económicas de la población, su división territorial y un compendio de datos resultado de un análisis general y de los que se deduce una visión territorial actual que se podría interpretar de la siguiente manera:

Se está trabajando sobre un territorio joven, que necesitaría una serie de infraestructuras para poder funcionar de manera equilibrada en los 4 aspectos fundamentales: lo construido, lo

verde, lo circulatorio y lo hídrico. Según los objetivos marcados en su plan de desarrollo, es un territorio frágil que tiene problemas de aprovechamiento de recursos naturales tanto hídricos, forestales, como mineros, así como problemas de tratamiento de residuos, ya que se aprecia la ausencia de plantas de tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos. Por otro lado se aprecia todo el potencial humano disponible en el municipio por la diversidad de sus actividades agrícolas, ganaderas, comerciales y que gracias a su ambiente podría verse favorecido con una asesoría técnica indicada y efectiva.

La diversidad de recursos con los que cuenta el municipio permite una variedad de usos del suelo bastante amplia y aquí podemos mencionar el uso residencial para viviendas de interés social, especialmente interesante para este proyecto en particular, aunque no dejaremos de lado las demás tipologías que de una forma u otra, afectarían a la disposición de las zonas del suelo de estudio.

3.2.2 Visiones territoriales generales posibles

En la situación actual, Villamaría podría degradarse social, ambiental y económicamente si se permite la ocupación ilegal de terrenos de propiedad pública o privada, ubicados en zonas de riesgo, o marcados como de protección ambiental; ubicados en la periferia del área urbana denominada como zona rur-urbana, por tratarse de un desarrollo arbitrario sin una línea de acción de crecimiento definida y excluida del planeamiento del municipio. Esta situación ha permitido el establecimiento de zonas de ocupación o invasión sin servicios mínimos para garantizar las condiciones mínimas de habitabilidad de las viviendas que aquí se construyen, sin garantizar tampoco el cumplimiento de la normativa actual edificatoria.

Con esto, la línea divisoria de estratos se remarca y se genera una desintegración territorial y social de la población que allí habita.



Figura 3.20 Vista aérea de Villamaría, marcadas las zonas de invasión. Archivo Villamaría.

Otra posibilidad de crecimiento distinto, es la que se plantea en el actual plan de desarrollo aprobado a finales de mayo del 2012. En este documento se aprecia la intención de mejorar la calidad de vida de todos los residentes de Villamaría, garantizar la inclusión social, y obtener un territorio sostenible y biodiverso con una integración social y comunitaria.

Para que esto se lleve a cabo se ha planteado un desarrollo conjunto donde la participación ciudadana es el eje principal, ya que son los ciudadanos quienes mejor sienten y conocen los problemas que les afectan. Esta cercanía que permite que la organización de juntas de acción comunal designadas por votación popular del barrio o vereda correspondiente, sean los entes encargados de comunicar a la administración las distintas carencias de la zona.

Si las expectativas del plan de desarrollo se cumplieren, se produciría un desarrollo ideal para el municipio obteniendo con ello un territorio sostenible, equilibrado social y territorialmente, con igualdad de oportunidades para todos sus ciudadanos. Solo quedaría por designar las tareas concretas a realizar para conseguir el objetivo.

En el documento de revisión del PBOT, aparecen las correcciones necesarias básicas para obtener un documento completo con todos los datos necesarios para que el municipio cumpla las metas propuestas en el plan de desarrollo.

Por lo tanto, vistos los documentos actuales y esperando la próxima revisión del PBOT actual que se entregará a finales de este año, fruto de la cooperación entre la administración municipal y la UNAL y en colaboración con el IDEA, se espera tener las herramientas necesarias para ejecutar todas las medidas descritas en el Plan de Desarrollo.

3.2.3 Calidad en la Vivienda de Interés Social (VIS)

Parámetros mínimos necesarios para la construcción de VIS; según "Serie Guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés

Social" del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia.

Como directrices de esta tipología de viviendas, el ministerio ha dispuesto de una documentación a la que se deben acoger todo proyecto de vivienda de interés social de obra nueva, obra en terreno propio y obra de mejoramiento de viviendas existentes.

Cumpliendo estos requisitos, el usuario puede acogerse al régimen de subsidio por parte del estado, recibiendo beneficios económicos e hipoteca a muy bajo interés en comparación, a las condiciones de la banca privada. Dicho esto, a continuación se presentan los 4 documentos con los criterios generales que deben cumplirse a la hora de construir y de postular este tipo de vivienda.

Esta presentación se hace para el caso particular de la zona de actuación "la Floresta", que es donde se ubicaran las viviendas que resulten del proyecto denominado "Biofloresta":

Aspectos Generales de la Calidad de la Vivienda:

Aquí se contemplan los parámetros necesarios para que la habitabilidad de la vivienda sean lo más digna posible, en comparación a las tipologías de VIS actuales y presentes en la mayoría del territorio de estudio, para esto consideraremos los siguientes puntos:

- El derecho a la vivienda adecuada
- El uso sostenible de los recursos naturales
- Consumo del agua
- Consumo de energía
- Vivienda segura y eficiente
- Adecuado aprovechamiento y disposición de los residuos sólidos.

Determinantes poblacionales:

Para la formulación del proyecto, se identifican las determinantes de diseño que surgen por las funciones biológicas y psicológicas de los

individuos, la composición del grupo familiar, el género de los miembros que lo conforman, la ocupación y las vocaciones, así se definen la distribución interior y la espacialidad necesaria adaptada a las necesidades de los futuros usuarios.

Parámetros de calidad:

Para seleccionar el terreno, comprende la identificación de los factores ambientales y de desarrollo urbano a estudiar para la selección de un terreno para el desarrollo de un proyecto de vivienda nueva. En nuestro caso, el terreno ya está definido y solo queda adaptar el proyecto al desnivel presente, considerando el perfil ambiental del municipio para que la afectación impacte lo mínimo posible sobre el territorio y su implantación sea positiva para el resto de la población, aportando nuevos espacios de uso público y aprovechando la riqueza paisajística y ambiental de la zona.

Considerando las siguientes variables y criterios para la adaptación en el terreno donde se desarrollará un proyecto de vivienda nueva, se garantiza la posibilidad de un desarrollo sostenible de la ciudad, siempre que se actúe de manera responsable en la ejecución del proyecto.

- Orientación y topo-clima
- Usos y tratamientos del terreno
- Usos del entorno inmediato
- Focos de contaminación
- Tipo de suelo
- Pendiente del terreno
- Vegetación
- Hidrología
- Afectaciones geológicas
- Disponibilidad de servicios públicos
- Evacuación de basuras
- Sistema vial
- Transporte público
- Servicios comunitarios

Determinantes diseño urbanístico:

Comprende los parámetros a considerar para el desarrollo urbano, tales como: características topológicas del terreno, clima, densidad, índice

de ocupación, espacio público, circulación y vialidad y, equipamiento comunitario.

Determinantes para el diseño arquitectónico:

Comprende los aspectos bioclimáticos, los programas espaciales, los recursos económicos disponibles para el cierre financiero, por ende el costo y el valor, los materiales y el sistema constructivo que se empleará de acuerdo a los aspectos socioculturales y al entorno. Aquí es donde nuestra participación tendrá un aporte final que será la entrega de propuestas de viviendas de bajo impacto ambiental y económico cumpliendo con las necesidades de habitabilidad y confort necesarias para los usuarios.

3.2.4 Los materiales en la construcción de vivienda de interés social

En esta parte se estudian las características de los posibles materiales disponibles para ejecutar el proyecto garantizando las propiedades de la edificación exigibles durante toda su vida útil.

3.2.4.1 Sostenibilidad de la vivienda

La sostenibilidad ambiental en la extracción y manufactura de materiales está relacionada con la adopción en los procesos de producción de los correctivos necesarios para mitigar el manejo del impacto sobre los recursos naturales renovables y no renovables.

Toda obra de arquitectura o urbanismo responde a un propósito determinado. Para que ésta sea sostenible, deberá tener en cuenta los siguientes aspectos generales:

- La elección adecuada de los materiales que garanticen un debido aislamiento acústico y térmico, que le permita a los habitantes de la vivienda unas condiciones de confort aceptables.
- La selección de los materiales y el sistema constructivo deben responder a la identidad cultural de la región donde

se desarrolla la obra.(Recuperación del Bahareque)

- Los costos de mantenimiento de la edificación, que se derivan directamente de la elección de los materiales y el sistema constructivo, deben tender a una arquitectura sostenible y que guarda concordancia con las condiciones económicas de los usuarios.
- Las edificaciones deben estar adaptadas al clima de la zona y a la geografía.
- Deben emplear en su construcción recursos renovables, de preferencia producidos en la región.(Utilización de Guadua y lo que hemos dado en llamar “óptimo local”)
- Durante la vida de la edificación, se debe optimizar el uso de materiales, agua y energía.

3.2.4.2 Sistema de desarrollo progresivo

Debido al crecimiento paulatino de la vivienda, el cual se genera a partir de la entrega de la unidad básica o primera etapa, que consta de un espacio múltiple, alcoba, cocina y baño.

La vivienda no se entrega por completo terminada, de modo que durante las etapas de ampliación siguientes para lograr la terminación de su vivienda, se minimiza la posibilidad de acceder a la asistencia técnica. Ya que el propietario debe asumir el coste y la asistencia técnica para terminar su vivienda.

De ahí la importancia de suministrar a los beneficiarios de los proyectos de vivienda de interés social (VIS) y a los maestros de obra quienes posteriormente ejecutarán la ampliación de la misma, información clara y precisa sobre aspectos técnicos y de diseño, así como de las normas que regulan la construcción, buscando una apropiada continuidad de la vivienda.

Para tal efecto el oferente de la solución deberá tramitar la licencia de construcción contemplando la proyección de la vivienda terminada con el objeto de que las familias que

van a continuar con el desarrollo progresivo de la vivienda, puedan tener acceso a los planos y especificaciones técnicas de la ampliación para minimizar los riesgos de malas intervenciones. Al estar delante de casos de autoconstrucción lo ideal es la baja tecnología artesanal para asegurar la correcta terminación de las viviendas.

En nuestro caso, la vivienda se presentara en primera instancia de dos plantas piso, por lo tanto, la ejecución de ampliaciones ya se encuentra contemplada y lo restringirá la oficina de planeación, siendo ésta la responsable de que no se altere la fisonomía del conjunto residencial proyectado inicialmente basado en Bioarquitectura. Si se permiten alteraciones de tipo volumétrico en la zona se debe considerar la no afectación en las viviendas colindantes de sus criterios básicos bioclimáticos, generándose una estética diferente a la aprobada en el proyecto y alterando las condiciones de habitabilidad.

3.2.4.3 Arquitectura bioclimática

La arquitectura bioclimática contribuye a preservar el medio ambiente e integra al hombre en un ecosistema más equilibrado, por cuanto considera el confort de manera global, y no únicamente el control térmico o el control de asoleamiento.

En las construcciones, además de una respuesta a estos factores, es necesario hacer un uso adecuado de recursos como el agua, y una correcta disposición de los desechos sólidos y líquidos que se generan.

En esta guía se analizan los factores ambientales que inciden para lograr el confort necesario en la edificación y la respuesta arquitectónica más acorde con las condiciones donde se desarrolle la vivienda.

- Sol, se aprovecha la orientación para tener iluminación y calor.
- Clima, el recurso hídrico es clave en este apartado.
- Vegetación, aporta frescor a las viviendas.
- Vientos, la ventilación cruzada es la principal característica.

3.2.4.4 Ciclo de vida de los materiales

El Análisis del Ciclo de vida (ACV) de los materiales, es una herramienta que permite tener en cuenta el grado de impacto ambiental de los materiales de construcción. Estudia el efecto del material sobre el medio ambiente y como repercute en el agotamiento de los recursos: materiales pétreos, agua, energía, etc. También como afecta a la salud humana: efectos derivados de emisiones tóxicas, impactos en la salud durante el proceso de manufactura, contaminación global y regional; y en el calentamiento global: destrucción de la capa de ozono, impacto sobre los animales y la vegetación: diversidad biológica, etc.

Etapas ACV:

- Extracción
- Manufactura
- Transporte
- Construcción
- Uso y mantenimiento
- Reciclaje
- Disposición de desechos

3.2.4.5 Inercia y aislamiento térmico de los materiales

La selección de los materiales constructivos debe realizarse en función de su inercia térmica, transmitancia térmica y características superficiales, para lograr una mayor eficiencia y confort climático y rendimiento de la vivienda.

Inercia térmica: capacidad de un material de almacenar la energía recibida e ir liberándola progresivamente. Depende de la masa, la densidad, el calor específico y el coeficiente de conductividad térmica.

Transmitancia térmica (U): es la cantidad de energía que el material deja atravesar y que depende de la unidad de tiempo, de la unidad de superficie y se produce cuando existe un gradiente térmico entre dos superficies paralelas. Es la inversa de la resistencia térmica.

3.2.4.6 Tipos y selección de los materiales

- Materiales pétreos.

- Materiales manufacturados de origen pétreo.
- Materiales metálicos
- Materiales aglomerantes
- Materiales vegetales.
- Madera con certificado ambiental para la construcción.(P.E.: AITIM)

3.2.5 Normativa aplicable en el desarrollo de vivienda de interés social

REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES SANITARIAS RAS, (Ley 373 de 1997, Decreto 3102 de 1997, Decreto 1052 de 1998, Resolución 1096 de 2000 y actualizaciones MAVDT)

REGLAMENTO SISMORESISTENCIA NORMA SISMORESISTENTE NSR - 10 (Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, “Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10”) (Decreto 2525 de Julio de 2010. Transitoriedad)

REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, RETIE. (Resolución N 18 0398 de 2004 y actualizaciones MME)

REGLAMENTO TÉCNICO DE GAS. (Resolución 8 0505 de 1997 MME).

REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACION Y ALUMBRADO PÚBLICO - RETILAP. (Resolución 18 1331 de 2009 MME).

REGLAMENTO TÉCNICO DE TUBERIAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO APLICABLE A VIS

REGLAMENTO TÉCNICO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN PROCESO

3.2.6 Procedimientos en Vivienda de Interés Social

Aquí aparecen todos los requisitos de los postulantes que quieran acogerse a los beneficios de obtener una VIS en régimen de

subsidio del estado. Puede consultarse toda la información en:

http://www.minambiente.gov.co/documentos/guias_vivienda_dt/110811_guia_asis_tec_vis_4.pdf

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 Obtener una visión territorial objetiva y realista.

Se pretende obtener una visión global del territorio de Villamaría, como objeto de estudio.

La finalidad es el análisis ambiental y constructivo de este municipio.

Análisis de las problemáticas reales existentes que actualmente no permiten un desarrollo sostenible de esta región. Para la valoración del estado real de Villamaría, se estudiarán sus distintas partes mediante estructuras:

- Estructura verde
- Estructura hídrica
- Estructura construida
- Estructura económico-social
- Estructura circulatoria

El estudio por bloques nos va a permitir generar una visión realista y una catalogación de las principales problemáticas de cada estructura, pudiendo valorar en cada apartado sus potenciales y deficiencias, en base a los resultados que se obtengan; podremos estudiar la realidad del estado actual de esta población; y en función de las necesidades de cada estructura valorar y proponer una serie de propuestas para la mejora hacia el desarrollo sostenible de Villamaría.

Es necesario el estudio de esta población para poder hacer la propuesta de proyecto para viviendas de interés social, ya que este proyecto va a ser el inicio de un cambio de rumbo hacia la sostenibilidad y para ello deben estudiarse y valorarse el conjunto de elementos que conforman una población.

3.3.2 Propuestas de mejora en los conceptos débiles, para obtener un municipio sostenible.

Nuestra estancia en Villamaría nos permitió observar de un modo muy cercano varias problemáticas que día a día pudimos ir comprendiendo y analizando. En base a nuestra observación propusimos una serie de nuestro entorno, soluciones aplicables a corto plazo, que consideramos los primeros pasos a dar hacia la sostenibilidad.

Estos son los primeros objetivos que pueden lograrse a corto plazo:

Contaminación

Una buena manera de empezar a solucionar los tipos de contaminación que afectan a este territorio, debería tener su base en la educación, para que posteriormente la gente haga caso de los cambios que deben realizarse como la recogida selectiva de basuras por ejemplo. La sociedad debe estar formada y ser consciente, informada de los cambios en su entorno y conocer las consecuencias de contaminarlo, considerando los efectos perjudiciales que tendrán para él y los demás habitantes del municipio.

Basuras

Se pueden promover actuaciones como: cursos, charlas por barrios donde se den las nociones básicas sobre la reutilización de residuos, folletos informativos, claros y didácticos, y mantener en la página web de la alcaldía toda la información práctica sobre estas nociones básicas de educación ambiental.

Cambio del sistema de recogida de basuras: consideramos clave ubicar contenedores generales y más basureros simples en calles y parques, de recogida diaria.

Aire

Iniciar estudios para plantear políticas de regulación acústica y de contaminación del aire: límites de decibelios para todo tipo de transportes.

Cambio de combustibles de transportes públicos a gas, política sancionadora y supervisión de cumplimiento.

Mantener las vías públicas en buen estado de conservación y de limpieza por la polución que en ésta se genera.

Aguas

Campañas de concienciación sobre el uso racional del agua, las consecuencias del mal uso y de su contaminación.

Formación e información sobre cómo debe realizarse el mantenimiento periódico de las fosas sépticas de las zonas rurales para evitar desastres y contaminación del medio.

Establecer medidas para el cumplimiento de la normativa actual sobre el vertido de aguas residuales a los ríos, tanto para viviendas como para la industria. (Plantas de tratamiento).

Potencial

Creación de un consejo turístico reducido, que coordine encuentros, muestras, exposiciones, ferias de producto interno del municipio

agropecuario, artesanal y turístico, con la intención de dar a conocer la oferta del municipio y generar contactos para la exportación de sus productos. Desde nivel departamental a nivel nacional.

Sociedad y cultura

División social

Generación de espacios públicos de ocio, lugares abiertos donde compartir: parques infantiles y más plazas.

Aprovechamiento de la casa de la cultura promoviendo actividades de ocio y recreación que sean de interés para toda la población con coste nulo o mínimo. Difusión por todos los medios de administraciones públicas, escuelas y redes sociales.

Educación y medioambiente

Campañas de concienciación en escuelas y entidades públicas así como la creación de Talleres para su divulgación y concienciación. Aprovechamiento de los espacios anteriormente

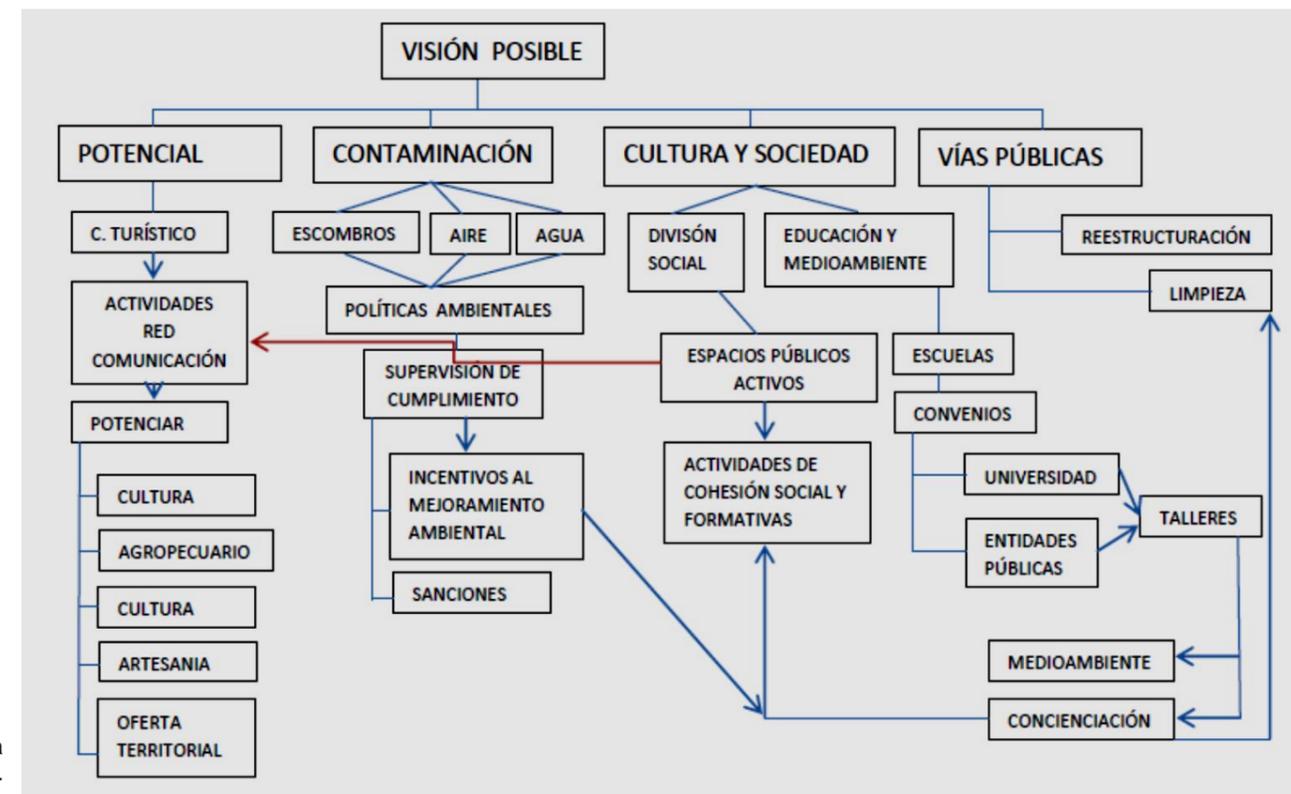


Figura 3.21 Mapa conceptual, visión actual y objetivos a corto plazo, elaboración propia.



Figura 3.22 Casa en bahareque, Salamina. Archivo personal.

mencionados, así como convenios universitarios para la divulgación de conocimientos medioambientales en las escuelas y salidas al exterior con los centros y los estudiantes universitarios.

3.3.3 Perfil ambiental del municipio para valorar la prioridad de zonas de intervención

El perfil ambiental es un estudio de la población con la visión desde las estructuras: verde, hídrica, circulatoria y económico-social. Un análisis en profundidad por bloques permite obtener resultados más detallados en cada área.

El sistema de estudio del perfil ambiental pretende obtener una visión global y a la vez concentrado, interrelacionando los parámetros que afectan a la población y sus potencialidades. A través de este estudio se obtiene un análisis completo del estado actual de una población, obteniendo información plasmada en planos, estos permiten la abstracción y visión del territorio, dando lugar de una forma más práctica y efectiva para proponer soluciones.

Se pretende entonces, con este estudio valorar el municipio de Villamaría desde este punto de vista para comprobar la prioridad de las zonas de intervención, y si como resultado el estudio dice lo mismo, o encontramos zonas con más prioridades, así como la viabilidad del territorio.

3.3.4 División social por estratos

Existe en Colombia desde 1991 la estratificación socioeconómica, es una clasificación en estratos de los inmuebles residenciales que deben recibir servicios públicos.

Este sistema de división se cataloga de 1 a 6, y cobra de manera diferencial a aquellos que más tienen (estrato 6) para contribuir en el pago de los servicios públicos de los estratos más bajos para que estos tengan unas tarifas más asequibles. Es decir, conforme el estrato es

más bajo el pago baja proporcionalmente por estrato.

Este es el marco teórico, que es una buena herramienta como un principio de solidaridad ciudadana. Pero a la vez este sistema divide y etiqueta a la sociedad.

Los barrios se conforman y delimitan en función de los estratos, no hay estratos opuestos en un mismo barrio.

Esto provoca la división social y la marginación de los barrios con los estratos más desfavorecidos, originándose zonas de ricos y otras de pobreza.

En este sentido la intención en nuestro proyecto de viviendas, es la de suprimir el estrato por barrio, para abrir paso a una relación vecinal entre las personas de un mismo barrio; eliminando las barreras sociales para garantizar una convivencia y marcar un referente de igualdad social de distintos estratos viviendo en una misma zona.

3.3.5 Recuperación de técnicas constructivas en riesgo de desaparición (Bahareque)

Actualmente el sistema constructivo en Bahareque está en riesgo de desaparición. Este sistema tradicional de la región, y la evolución de los sistemas constructivos llegaron a desarrollarse hasta su versión más moderna que es el Bahareque encementado. Este desarrollo histórico no es un hecho casual, el motivo de su uso y su mejora en la técnica constructiva va atada directamente al clima y al comportamiento sísmológico, que comportaron el desarrollo de la técnica para garantizar la resistencia de sus hábitats y construcciones frente a la necesidad de adaptarse a la actividad de la naturaleza que se desenvuelve en la zona.

El paisaje de la zona cafetera lo compone el paisaje y las construcciones tradicionales dándole un aspecto histórico, natural y culturalmente rico. Tal es su importancia que, en 2011, la UNESCO declaró el paisaje cultural cafetero Patrimonio de la Humanidad dando actualmente ayudas para la conservación de estas construcciones en bahareque.

La evolución social no se ha regido por estas premisas y la relación con la construcción tradicional ha ido directamente vinculada a la economía, convirtiendo de este modo las construcciones en una muestra del nivel adquisitivo.

Por este motivo la entrada en la construcción del ladrillo y el hormigón, estos materiales entraron como un nuevo sistema de construcción, denominado en Colombia como casas de "material", haciendo que se convirtieran las construcciones en dicho material en una muestra de poder adquisitivo.

De este modo, en cuanto la gente tiene algo de ahorros proceden al derrumbe de sus casas tradicionales en Bahareque, ya que se



Figura 3.23 Casas en material, en zonas de invasión, Villamaría. Archivo personal.



Figura 3.24 Construcción en Bahareque encementado, La Alhambra, Manizales. Archivo personal.

entienden como símbolo de pobreza, y las sustituyen por casas de autoconstrucción en “material”. Dado el poco conocimiento técnico de las clases menos favorecidas, la tipología constructiva en ladrillo y cemento aporta una arquitectura pobre, que nada tiene que ver con la integración natural en el paisaje y con unas condiciones de habitabilidad muy mínimas en comparación con las construcciones en bahareque.

Queda apartado por lo tanto, de la construcción, la rehabilitación de las viviendas en bahareque y la valoración de las ventajas del sistema tradicional, mayoritariamente por una falta de conocimiento.

Las viviendas de autoconstrucción son generalmente cubículos de ladrillo puro con las mínimas divisiones internas, sin ningún tipo de recubrimiento y con techos de zinc. Energéticamente no son eficientes y en términos de seguridad estas casas no cumplen ni tienen la resistencia necesaria para soportar los movimientos sísmológicos del terreno, que son habituales por la actividad volcánica de la zona.

A toda esta problemática, se le suma que una gran mayoría de aquellos que construyen este tipo de vivienda en “material” suelen ser familias de estratos bajos, y esto significa que la zona donde se ubican sus casas suelen ser terrenos muy vulnerables e incluso catalogadas como zonas de riesgo, los exhaustivos estudios del suelo que realiza la empresa regional Corpocaldas² periódicamente.

Por otra parte el ladrillo y el cemento se introdujeron en el Bahareque como materiales para la mejora técnica del sistema, hasta llegar al Bahareque encementado, y mediante exhaustivos estudios se consiguió normativizar el sistema tradicional con la norma sismo resistente NSR-10.

En este marco sociocultural y ambiental, la intención de nuestro proyecto es la de plantear las Viviendas de interés social en el sistema constructivo de Bahareque, ya que formando

parte de un proyecto de reubicación de familias que actualmente viven en zonas de riesgo y como parte del plan de desarrollo sostenible de Villamaría, entendemos que es una gran

oportunidad para recuperar el Bahareque, educar y divulgar en la importancia de este sistema tradicional, cultural, histórico y en las ventajas constructivas en cuanto a seguridad y ahorro energético que aportan este tipo de construcciones.

3.3.6 Obtener una vivienda social con mejores parámetros de confort y consumos mínimos de energía.

Para el proyecto de viviendas de interés social y como parte dentro del programa municipal para el desarrollo hacia la sostenibilidad, la intención es aplicar a las viviendas de interés social el sistema constructivo de las viviendas en Bahareque encementado y mejorar su eficiencia energética.

Dado las observaciones realizadas en la zona hemos podido comprobar el buen comportamiento del Bahareque frente al clima dominante en la región de Manizales, así como frente a los sismos.

Siendo este sistema constructivo de rápida ejecución, con bajo impacto ambiental por el uso de material de la zona y rápida regeneración natural y dados los buenos resultados energéticos que da este sistema, y que hemos podido observar in situ, se pretende la construcción de dicho proyecto como recuperación, tanto social como constructiva, en Villamaría. También se proponen mejoras de eficiencia en el sistema constructivo e introducir la sostenibilidad en el proyecto de viviendas para lograr una funcionalidad social consciente, responsable y respetuosa con el medio.

Actualmente el sistema constructivo en Bahareque, está cayendo en desuso por una mala visión social de su principal materia prima: la guadua.

Por lo tanto la propuesta de vivienda pretende, mejorando las condiciones normales de este sistema constructivo, acercar a la sociedad y reconciliar la visión social con la guadua y crear la consciencia de respeto al medioambiente, dando a conocer las ventajas energéticas que este sistema aporta a la vivienda, que a la larga otorga a sus propietarios un gasto mínimo en el consumo energético global, así como el respeto al medioambiente, ya que a la larga es un beneficio social de salud.

En la *Figura 3.25* representamos mediante un mapa conceptual nuestra visión sobre el Bahareque encementado, según lo que hemos podido observar.

3.3.7 Establecer el conjunto de vivienda social como un laboratorio de eficiencia energética y Biourbanismo.

Pretendemos con la propuesta de proyecto de Vivienda de Interés Social, introducir mejoras en el sistema constructivo de bahareque así como aplicar conceptos para un biourbanismo de la zona a urbanizar.

Para corroborar, valorar y extraer datos de mejora a todas las propuestas constructivas, se pretende establecer este conjunto de viviendas como un plan piloto para la observación de resultados energéticos y de confort en la evaluación de los parámetros que se puedan obtener, mediante indicadores y estudio de datos con el respectivo instrumental. De este modo se pretende obtener un observatorio de evolución para seguir mejorando la técnica, mejorar la habitabilidad y la integración con el medioambiente.

Este laboratorio que se propone no sólo es un beneficio puramente científico para el estudio de las construcciones sino, además, una fuente pública y divulgadora para el conocimiento e integración en la sociedad a la que pertenece la historia de este sistema constructivo tradicional, así como la fomentación del respeto a la cultura y al medioambiente, fomentando el conocimiento de todo lo que conlleva.

La propuesta de este proyecto se va a completar con la continuación del estudio físico y paramétrico del sistema constructivo en Bahareque.

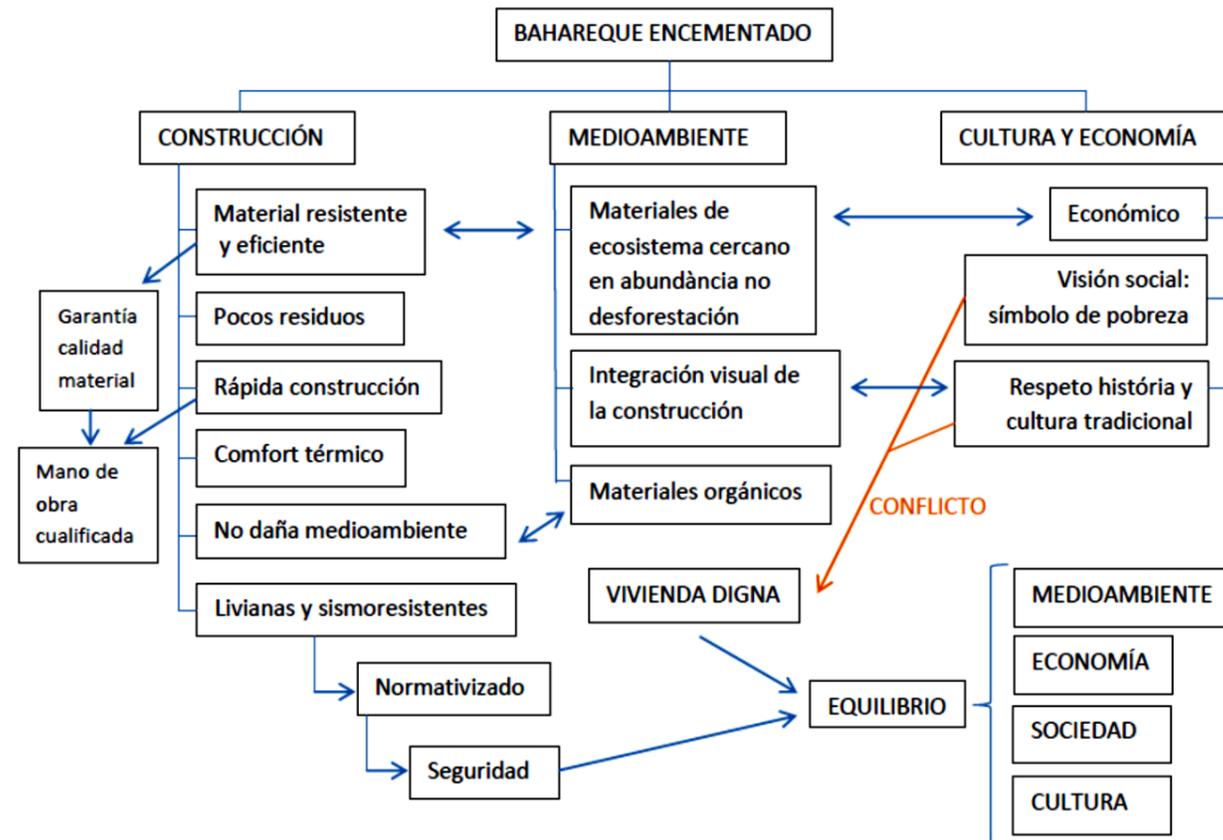


Figura 3.25. Mapa conceptual, visión del Bahareque encementado, Archivo personal.

² Corpocaldas: empresa Administradora de los recursos naturales y el medio ambiente en el departamento de Caldas (Colombia)

De este modo la información que se pueda llegar a recopilar serviría como una fuente de datos para la mejora y evolución de la construcción en Bahareque, así como el análisis de la respuesta y aceptación social y la integración y respeto medioambiental.



Figura 3.26 Parque central, Villamaría. Archivo personal.



Figura 3.27 Junto a Luz Stella Velásquez, Villamaría. Archivo personal.

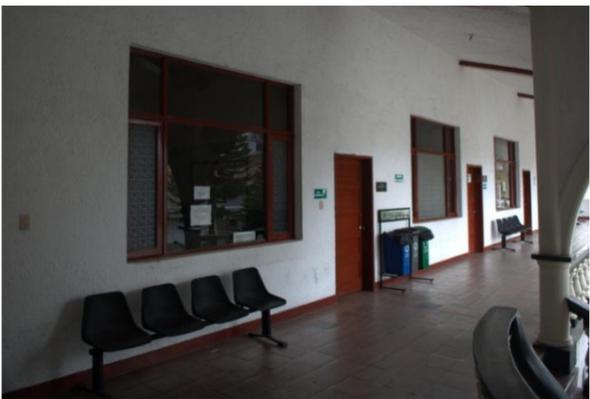


Figura 3.28 Oficina de Planeación, Alcaldía Villamaría. Archivo personal.

3.4. Metodología

3.4.1. Estancia en el municipio por dos meses y medio para apreciar “in situ” las necesidades y potenciales.

Nuestra manera de enfocar el estudio para realizar el PFG, fue la inmersión en el territorio que viviendo en él y sentir su estilo de vida, su ritmo, su esencia; para así observar las necesidades de su población, sus proyectos, su visión del sitio donde habitan y de, como quieren que sea en un futuro próximo.

Por este motivo nos desplazamos a la zona por un periodo de dos meses y medio, a partir de un convenio entre el IDEA (Instituto de Estudios Ambientales) y el grupo de investigación GICITED. Fue la Dra. Luz Stella Velásquez quien gestiono nuestra vinculación con el municipio, donde fuimos muy bien recibidos por todas las personas que desempeñan funciones de trabajadores de la alcaldía en sus distintos departamentos, en la *Figura 3.27* aparecemos en una localidad del municipio llamada Los Cuervos, zona cafetera de Villamaría.

Tras ubicarnos en un sitio donde alojarnos y de cara al proyecto, la alcaldía del municipio nos acogió en sus instalaciones acomodándonos en una oficina con puestos de trabajo, facilitándonos la documentación necesaria y orientándonos respecto las cuestiones del día a día en el municipio. Por esta razón, la estadía fue muy agradable y enriquecedora por la grata sensación de acogida que recibimos.

3.4.2. Análisis del territorio, estado actual.

Para entender de una manera clara y sencilla la visión actual observada por nosotros, se puede apreciar el mapa conceptual en la *Figura 3.29*, donde aparecen los conceptos importantes a destacar.

Se ha observado un territorio dividido geográficamente en dos, la zona histórica o densamente poblada y por otra parte, la zona llamada La Florida, una zona donde se ubican solo viviendas unifamiliares y conjuntos residenciales de acceso privado.

Esta zona se caracteriza por tener viviendas de alto nivel económico, siendo sus propietarios en gran parte, personas que trabajan en Manizales pero que duermen en Villamaría por encontrarse muy próximos entre sí ambos municipios.

El fenómeno interesante observado, sabiendo ya, la división entre estratos y sus contribuciones en impuestos diferenciadas según su nivel, es que, en Villamaría la división que existe es solo de un mínimo nivel 1, hasta un máximo de nivel 4, quedando los propietarios de estas viviendas obligados a pagar impuestos solo por estrato 4, aunque sus viviendas si se encontrasen en Manizales, pagarían por estrato 6, que es el máximo nivel, correspondiendo a personas con muy altos ingresos y viviendas de acabados de muy alto nivel.

Esta división, ha provocado como se verá más adelante en el estudio del perfil ambiental del municipio, un impacto negativo en la flora y fauna de la zona de la Florida, donde prácticamente han desaparecido por relleno de zonas de nacimientos de agua, por aplanamiento de terrenos para la parcelación de zonas boscosas y Guadales.

Se podría presumir que toda esta actividad constructora, fruto de la especulación inmobiliaria y del crecimiento económico de la zona de Manizales está provocando un deterioro en un municipio que está sirviendo como un buen anfitrión a la construcción de alto standing y actualmente sin recursos legales.

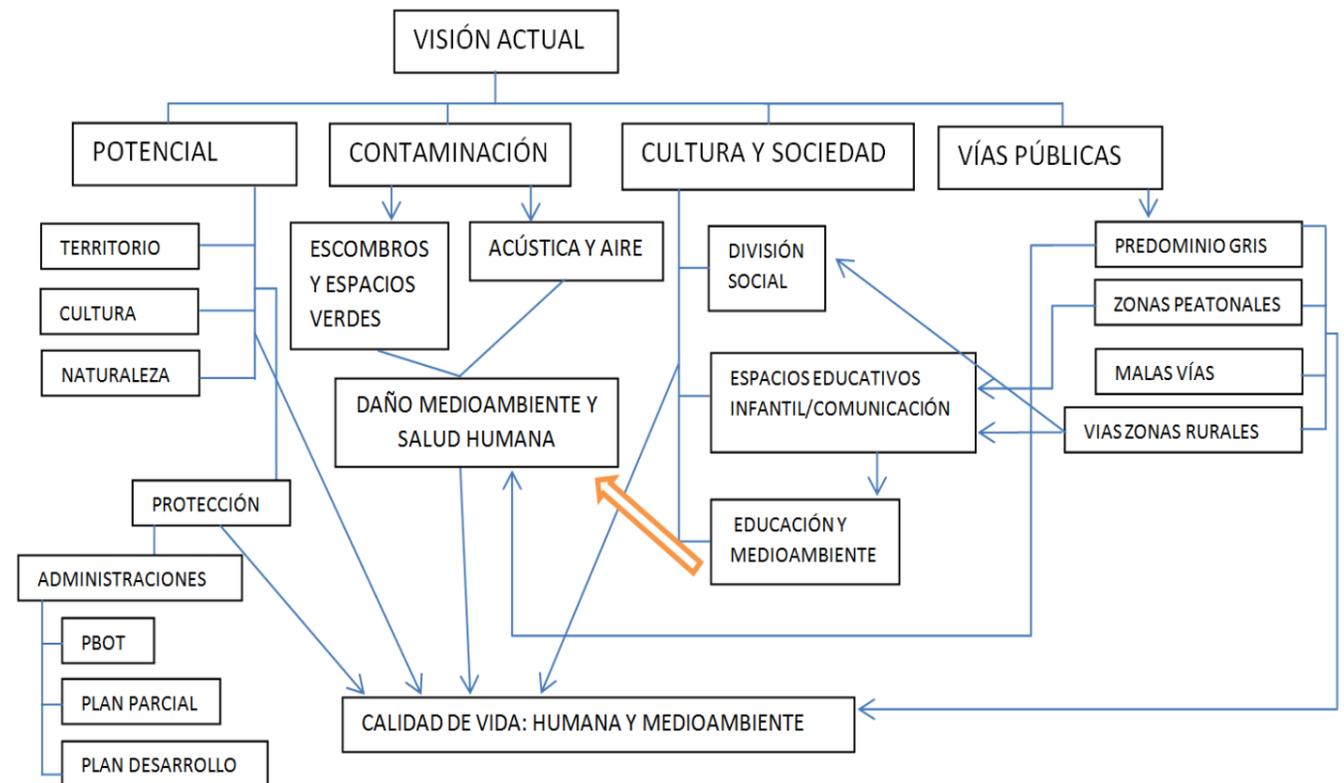


Figura 3.29 Mapa conceptual, lo observado. Elaboración propia



Figura 3.30 Acabado de entrega, ejemplo VIS por BAMBUSA, en Nueva Ciudad Milagro, Armenia, Quindío. Archivo personal.



Figura 3.31 Acabado tradicional en bahareque en tierra, Marsella, Quindío. Archivo personal.

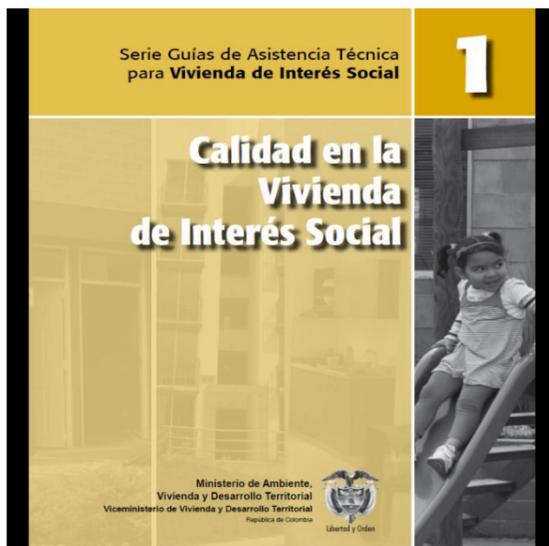


Figura 3.32 Portada tomo 1, normativa calidad VIS. Archivo personal.

3.4.3. Exigencias y parámetros de construcción, habitabilidad y confort en edificios de vivienda de interés social. Normativa y realidad.

Los requisitos exigibles a este tipo de vivienda son los mismos que para una vivienda estándar, descritos en el apartado 3.1.3, con la diferencia que existe la modalidad de entrega de vivienda no acabada, es decir, que se le entrega al propietario una primera fase de la vivienda (sin acabados de pintura o revestimientos, ver *Figura 3.30*) y un proyecto ejecutivo con todas las indicaciones de la forma final de la vivienda, pero dejando a su elección la fase de acabados donde se pierde el valor estético presente en la zona por ejemplo en la *Figura 3.31* se aprecia una fachada cualquiera tradicional de la zona cafetera.

Esta tendencia genera el “mosaico” del que hemos hablado en apartados anteriores, creando una heterogeneidad muy amplia ya que cada casa pasa a tener un acabado distinto, no necesariamente agradable a la vista, este efecto progresivamente ha ido estableciendo en la zona una eterna sensación de conjunto residencial inacabado.

Por supuesto, el seguimiento del proyecto lo realiza en general el propietario quien por autoconstrucción, y con las indicaciones detalladas, es quien define la calidad, y aspecto final de su vivienda. Es por esto que en la propuesta de Biovilla se propondrá una vivienda que a la hora de la entrega se encuentre totalmente terminada, restringiendo el impacto de cada “vecino-constructor” sobre sus similares.

La norma que regula las formas de entrega, características mínimas de la vivienda es una serie de guías de asistencia técnica que consta de 4 documentos, uno de ellos se aprecia en la *Figura 3.32* y las demás se pueden consultar en la bibliografía y están citadas en el apartado 3.2.5.

En la práctica podemos ver en la *Figura 3.33* una planta tipo del proyecto de VIS realizado completamente en Bahareque encementado en Nueva Ciudad Milagro, una localidad devastada durante el terremoto que sufrió la zona en 1999, se observa en las viviendas que se entregan

con una 1ª fase construida, previendo la construcción de la zona de la cocina para cuando el propietario disponga de medios para realizarla.

Cabe mencionar que el Ingeniero Samuel Darío Prieto uno de los directores de este proyecto, nos facilitó bastante documentación de éste, resaltando la documentación de memorias de cálculo por estar construidas en Bahareque encementado y otros interesantes trabajos realizados completamente en el mismo material y que han sido utilizados como laboratorios

físicos reales, tanto para pruebas de carga como para medir deformación de su estructura, aportando los datos que actualmente se utilizan en la norma NSR-10, en el apartado de anexos se puede consultar la documentación disponible y que servirá como directriz para la propuesta Biovilla. Ver anexos 1 y 2.

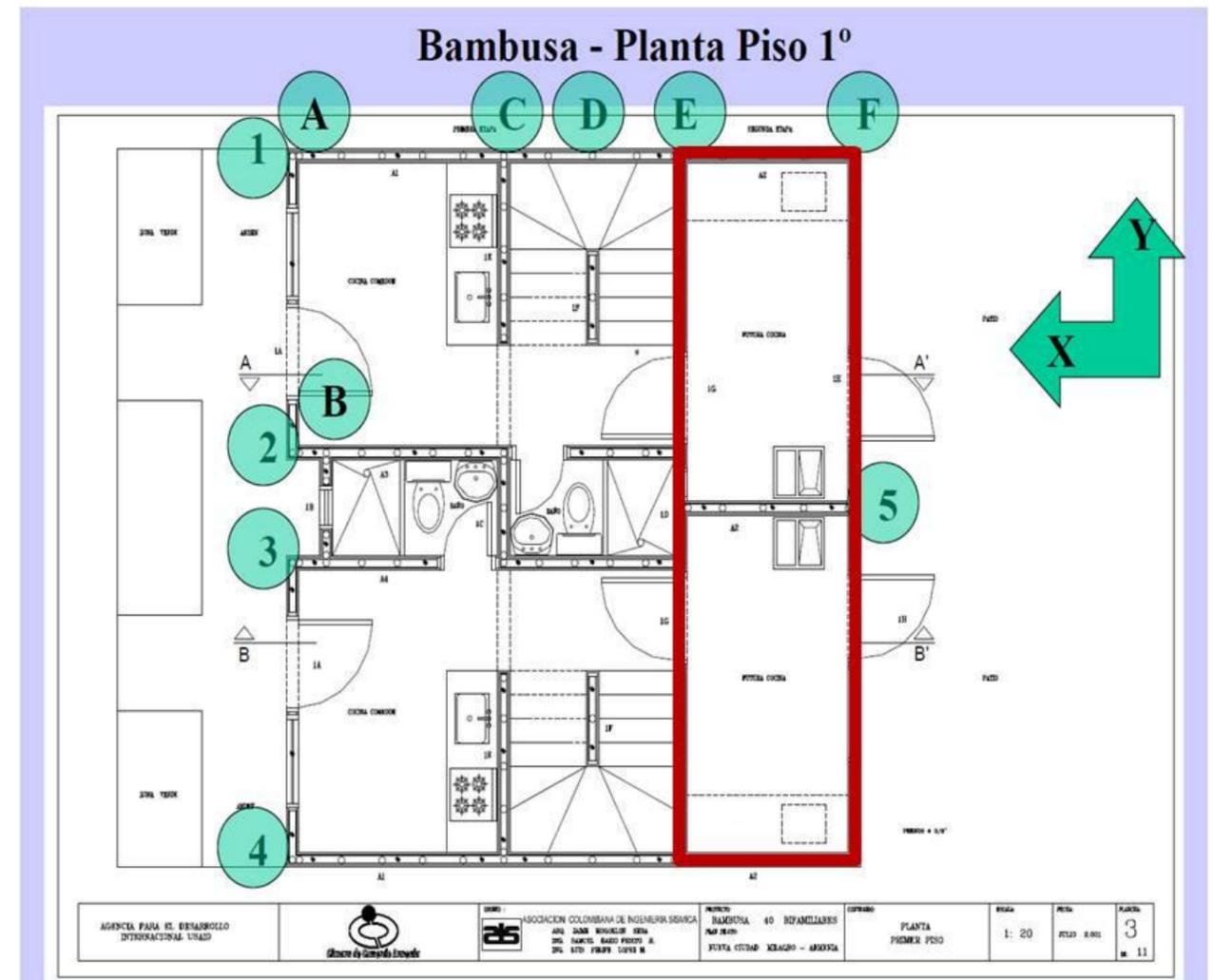


Figura 3.33 Planta 1ª distribución, con la si acabada habitación. En el recuadro, la zona reservada para la futura cocina de mayores dimensiones que la solución inmediata. Urbanización Bambusa, Armenia. Prieto Ramírez, S.D., Farbiarz Farbiarz J., López Muñoz, L.F., (2006), 2º Taller internacional de capacitación, diseño y construcción de estructuras en bambú guadua: Normativa Colombiana sismoresistente de bahareque encementado: un hito mundial.



Figura 3.34 Vista del solar a intervenir y su entorno. Archivo personal.



Figura 3.35 Vegetación actual en el solar. Archivo personal.



Figura 3.36 Vista panorámica, todas las viviendas de Biovilla podrán disfrutarla aprovechando la topografía del sector. Archivo personal.

3.4.4. Análisis metodológico de datos.

Dentro de los datos que interesan al proyecto hemos utilizado el material disponible en los registros del municipio y la mejor manera de representarlos es a través del análisis del perfil ambiental de Villamaría. Con esto obtendremos las referencias para poder intervenir la zona de expansión que nos compete denominada La Floresta, donde en un predio de aproximadamente 34 hectáreas se construirán las viviendas.

Con el perfil desarrollado tendremos toda la información que necesitamos, por ejemplo como están distribuidos los equipamientos y de qué tipo, y sobre cómo nos afecta una urbanización de este tipo en un municipio relativamente pequeño en población no así en territorio.

Tendremos que tener en cuenta las vías de acceso, las áreas verdes, zonas de riesgo y protección como las quebradas, para generar una propuesta donde el valor agregado del paisaje de la zona cafetera de infinitos verdes esté al alcance de todas las viviendas proyectadas sin hacer sentir a sus pobladores excluidos de la zona urbana, es decir, en equilibrio de inclusión, un buen ejemplo como lo expone Juan Gabriel Hurtado [2012] “Altos de Santa Ana se encuentra inmerso en un entorno natural en constante desaparición, sin embargo, en sus alrededores, las especies vegetales todavía presentes son el Arrayan de Manizales,

el Yarumo blanco y los Helechos Arbóreos.”

Con esto queremos dejar claro que se trata de una zona muy rica en vegetación y donde un proyecto de esta envergadura no debemos desplazarla sino incluirla de manera equilibrada para que en lugar de un problema sea un aporte de calidad de vida para los pobladores.

3.5. Hipótesis de trabajo

3.5.1. Estructuras del perfil ambiental: Verde, Hídrica, Construida, Circulatoria y Aérea.

Hemos hablado del perfil pero no lo hemos definido. El perfil ambiental es la herramienta clave para analizar los diferentes aspectos que conforman la descripción completa de un territorio, que en este caso, es el municipio Villamaría y dentro de él, enfocando con más detalle la zona a intervenir, recordemos que el proyecto lleva por nombre Biovilla, por lo que estudiaremos el municipio en su totalidad y actuando sobre un lugar en concreto con los datos obtenidos.

Según Luz Stella Velázquez [2010] “Uno de los aspectos relevantes de este proceso se sintetiza en una propuesta de planificación que integra la investigación, la gestión y la evaluación, articuladas a la participación comunitaria. La investigación se concreta en el conocimiento de la realidad con la elaboración

de Perfiles Ambientales de las diferentes unidades territoriales, ya sean comunas o barrios. [...]Esta identificación de los problemas y potencialidades permite delimitar los campos de acción y establecer prioridades para dar alternativas de solución más apropiadas a las particularidades locales, su liderazgo lo ejercen las universidades.

La Gestión se comparte entre el gobierno municipal, las instituciones, las ONG y las organizaciones comunitarias para la realización de programas y proyectos, el liderazgo está en directa dependencia del tipo de programa o proyecto a desarrollar.

La Evaluación se realiza a partir del conocimiento permanente de los resultados de indicadores ambientales, económicos, sociales y de inversión y gestión de programas y proyectos del BIOPLAN a través de Observatorios, el liderazgo lo comparten las universidades y los ciudadanos.”

Por lo tanto, podemos deducir que con la participación de todos los implicados en un territorio se puede gestionar de manera sostenible, para obtener así, una equidad en calidad de vida y de recursos para toda la población.

Para definir el perfil ambiental hablaremos de estructuras y estas son: Verde, Hídrica, Construida, Circulatoria y Aérea. El detalle de cada una y su funcionamiento aparecen detallados en el apartado 6.1.1.

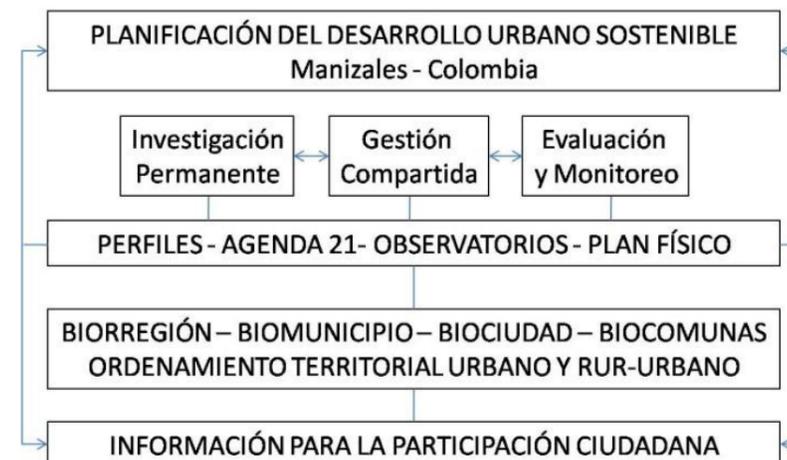


Figura 3.37 Modelo de Planificación para el Desarrollo Urbano Sostenible, Aplicado en el Biomanizales (Velásquez L.S. 2002).



Figura 3.38 Aéreas verdes en V.I.S., Medellín. Archivo personal.



Figura 3.39 Uso de materiales de bajo impacto energético como la madera. Archivo personal.



Figura 3.40 Un punto importante, la eficiencia en las instalaciones públicas de V.I.S. Archivo personal.

3.5.2. Lectura de los edificios de V.I.S. en clave sostenible y energética. Oportunidades de mejora.

Para realizar una lectura objetiva de este tipo de viviendas, consideraremos en primer lugar la situación climática de la zona, proseguiremos con aspectos constructivos y por último los aspectos sociales.

Considerando la descripción del apartado 3.1.1 donde observamos las características climatológicas del municipio donde la temperatura media es 18°C a una altitud de 1900m, y una humedad relativa variable dependiendo de la altitud, pues se encuentra entre los 1690m en su punto más bajo y los 5200m en su punto más elevado en el PNN Los Nevados.

Las condiciones de habitabilidad necesarias en las viviendas para la zona climática donde se realizará la actuación están garantizadas con poco esfuerzo a la hora de definir los componentes de los cerramientos, ya que no se encuentran sometidas a grandes variaciones térmicas por encontrarse éstas, limitadas por la altitud a la que se encuentra, si fijamos la atención sobre la zona de actuación, se observa que la temperatura en esta zona se mantiene prácticamente constante durante todo el año en sus dos variantes de día y noche y de época lluviosa a seca.

Deducimos con esto que unos cerramientos con materiales convencionales o tradicionales de la zona, son suficientes para satisfacer las necesidades de confort de las familias que utilizarán estas casas sin necesitar aislamientos extras del tipo Poliestireno, vidrios con cámara y roturas de puentes térmicos en las carpinterías.

Por ejemplo, lo observado en aproximadamente un 95% de las carpinterías, el material predominante es la chapa galvanizada, pintada sencillamente con esmalte sintético, quedando claro que este elemento no actúa como barrera térmica en ningún caso por su elevada transmitancia térmica.

Otro punto importante a tener en cuenta, es que la población en general desconoce los criterios sostenibles que están presentes en sus

hogares tanto los actuales propietarios como los futuros, considerando por ejemplo el % de áreas verdes a su edificio, ver *Figura 3.38*, pues no hay una formación oficial en esta área ni tampoco disponen de información a la hora de hacer posesión de sus viviendas, como medidas de reducción del consumo energético, o en eficiencia energética para la adquisición de toda clase de equipos eléctricos. Por esta razón, se observa una oportunidad de mejora en este aspecto como la utilización de materiales de origen natural como la madera o la guadua, ver *Figura 3.39*, que combinada convenientemente puede conformar un equipo de estructural, de cerramientos o instalaciones muy adecuado a la hora de valorar su si es o no sostenible.

La implementación de un manual de un uso eficiente de la energía, o un detalle con valores monetarios de lo que repercute un uso correcto de las características constructivas incluidas en la vivienda al momento de la adquisición del propietario, como la no obstaculización de barreras solares o aberturas estratégicas para ventilación-refrigeración por ejemplo.

3.5.3. Reducción de costos, aprovechamiento de pendiente del terreno, beneficio del paisaje, y cumplimiento de las directivas y objetivos.

Uno de los principales objetivos es aprovechar al máximo los recursos naturales y presentes ya en la zona de actuación para reducir a su mínima expresión el impacto sobre el medio, ver *Figura 3.39* donde la instalación pública del tendido eléctrico impacta negativamente en la estética del tramado urbano.

Cabe mencionar que con este criterio viene implícita una reducción de costos vinculada directamente a las acciones de adaptar el terreno a la planificación de las viviendas. Si éstas son proyectadas aprovechando las pendientes presentes, y las vías son trazadas siguiendo las curvas de nivel, las partidas presupuestarias de esta área será mucho menor por tener un volumen inferior de

movimiento de tierras y por reducir la complejidad a la hora de pavimentar las vías.

El aprovechamiento de los recursos cercanos a la zona, también aportarán su grado de economía en los costes finales por tener costes de transporte inferiores por tratarse de distancias cortas.

La construcción en serie y la modulación en las unidades de vivienda, sirviéndose para esto de plantillas que garantizaran las dimensiones de los diferentes módulos propuestos para conformar una unidad, también reducirán tiempo de trabajo con lo cual se reduce otro coste importante dentro del total.

Este tratamiento en zonas de laderas permite al proyectista un aprovechamiento del paisaje al realizar una ordenación adecuada, permitiendo a la mayoría de las viviendas el disfrute del paisaje natural presente en la zona, consiguiendo con esta pequeña acción, una mejor calidad de vida para los usuarios de la urbanización. Solamente se trata de cambiar esa tendencia que predomina en este tipo de complejos, como se observa en la *Figura 3.41* donde las vistas de las viviendas se dirigen hacia las viviendas de enfrente, dejando de lado este valor patrimonial inherente a la zona.

Un tratamiento adecuado de las pendientes se extrae del libro "Apuntes sobre agrupaciones de Viviendas" de Reinaldo Posada, donde se aprecia un tratamiento menos agresivo para



Figura 3.41 Reducir el uso de materiales pétreos. Archivo personal.

zonas de laderas donde el recorrido para desplazarse por el barrio, no signifique un sobreesfuerzo para los peatones utilizando un

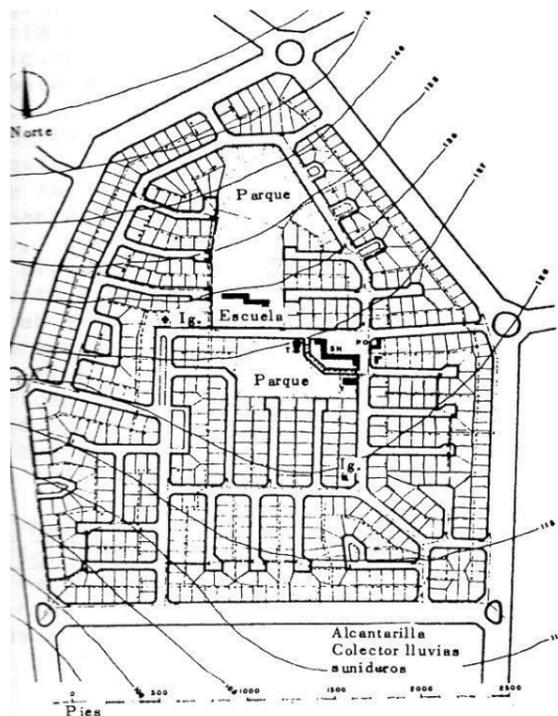


Figura 3.42 Ejemplo trazado urbano, manzanas con calle de retorno. Posada R. 1963.

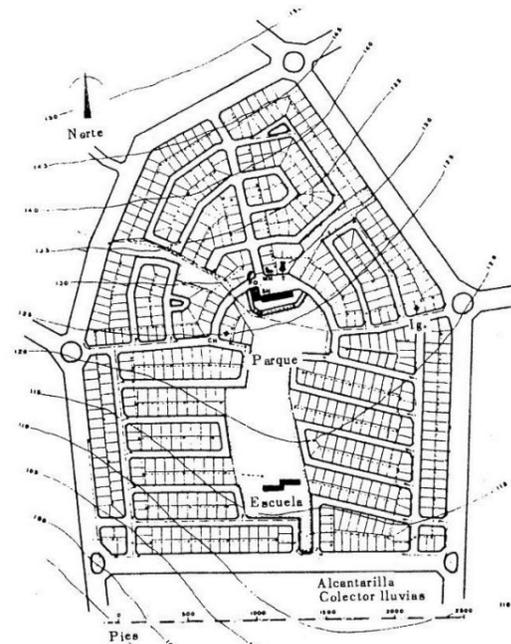


Figura 3.43 Ejemplo trazado urbano, manzana de calles en arco con extremos sobre espacios libres. Posada R. 1963

sistema de calles curvas de pendientes suave.

3.5.4. Implantación de estrategias para la utilización y mantenimiento del Bahareque como técnica tradicional para la zona.

Para que el aporte del presente proyecto repercuta favorablemente sobre la población de destino, se deben implantar estrategias para la recuperación del bahareque como método tradicional en viviendas de tipo VIS, unifamiliares, o equipamientos aprovechando el avance normativo desarrollado en la norma NSR-10, es decir, este estilo constructivo puede ser construido con total seguridad siguiendo los parámetros de seguridad que la norma estipula, por lo que esta razón ya no es un obstáculo para que no se realice el uso de este material en nueva construcción.

Será la administración quien a base de incentivos económicos o sociales deberá implantar ayudas para recuperar esta parte del patrimonio arquitectónico de la zona. Debemos recordar que el municipio se encuentra ubicado en el área denominada por la UNESCO como Paisaje Cultural Cafetero, patrimonio de humanidad, y si consideramos la definición de este atributo, corresponde con una zona e interés cultural en riesgo de degradación o perdida siendo un interés para todo el planeta, es por esta razón también por la que es la misma población quién tiene que encargarse de cuidar lo que le pertenece.

Estas medidas repercutirán directamente en muchos aspectos favorables para todo el municipio como la economía en los costes constructivos, la reducción del impacto ambiental de los edificios, la utilización de mano de obra de la zona generando empleo inmediato conforme vayan poniendo en marcha las nuevas obras entre otros beneficios indirectos que estas actividades producen para los habitantes del municipio.

Si observamos el municipio vecino de Manizales que comparte la cuenca del río Chinchiná, se observa la conservación de viviendas en Bahareque de principio el siglo XX, cuyas estructuras y revestimientos se han mantenido intactos pese a encontrarse en una

zona de elevada actividad sísmica, por lo que este es otro mito que también se rompe, pues no se pone en duda que un edificio en bahareque construido con Guadua no dure, o que sea de baja calidad por su bajo precio, ya que una correcta puesta en obra garantiza su estabilidad por un tiempo indefinido.

Sin embargo, en el municipio de Villamaría la cantidad de edificios de bahareque es reducida pues no hay un interés por parte de los propietarios a mantenerlo por la sensación de ser un material antiguo, en desuso y de baja calidad, incluso se observa que los antiguos gobiernos del municipio no se interesan por esta actitud positiva y sostenible del mantenimiento de edificios como por ejemplo la antigua casa Consistorial que albergaba distintas instalaciones municipales colapso y hubo que demoler todo el edificio, ver *Figura 3.44*

Pues es para evitar este tipo de situaciones por lo que un correcto plan de mantenimiento de cualquier edificio garantizara la duración de este. Con ello, se expresa que no importa el material con el que se realiza el edificio si no se tiene en cuenta un punto tan importante como es su conservación, ejemplo *Figura 3.45*.

Un punto a favor, es la cercanía con la que crece el protagonista del Bahareque como es la guadua ver *Figura 3.46*, ya que toda la población la conoce, sabe que es un material delicado y que necesita cuidados durante su vida útil, pero esta acción se reduce a cero cuando trabaja en este sistema constructivo por qué dar como un elemento más y confinado en su totalidad, donde si se ha realizado una correcta inmunización no le afectaran agentes xilófagos por ejemplo. El otro enemigo de esta es el agua, ya que al estar en presencia de humedad, su duración se reduce notablemente, siendo esto, información que prácticamente todo poblador de Villamaría conoce.

Esto garantiza un mínimo cuidado por parte de los propietarios de una vivienda de este estilo, que acompañado de un manual de conservación ayudara a que los futuros usuarios de éstas, a valorar de manera positiva este material.



Figura 3.44 Reducir el uso de materiales pétreos. Archivo personal.



Figura 3.45 Vivienda en Bahareque, Marsella, Quindío. Archivo personal.



Figura 3.46 Guadua, este aparece con crecimiento controlado para ganadería. Archivo personal.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 La guadua

La guadua es el principal material de las construcciones tradicionales en Colombia. Esta tipología de bambú tiene un crecimiento medio de 10 cm al día en los primeros meses, y crece en lugares donde abunda el agua.

Por su velocidad de crecimiento y la abundancia de ésta en todo el territorio, no hay problema en su uso masivo pero responsable, ya que la recuperación ambiental es muy rápida.

Sus buenas características hacen de este material de alta tecnología, por su estabilidad, ligereza y flexibilidad. Está reforzado por las particiones del tronco. Tiene unas características físicas que lo hacen mejor en comparación a la madera, hormigón o acero por la relación resistencia/peso. Tiene una estructura muy estable ya que su lado duro está en el exterior y un lado blando en el interior.

El bambú consiste en una sustancia que mantiene las fibras unidas, estas crecen de forma axial y se consolidan en el extremo superior del tallo y en los bordes externos. Es por esto que el conjunto de fibras más fuertes se encuentra donde la carga estática es más grande, similar al refuerzo de acero en las construcciones de hormigón reforzado.

En los materiales modernos, los reforzados se denominan compuestos de fibras. Los nudos de las fibras entrelazan en el interior del tallo.

Composición de la maza del bambú:

50% celulosa
30% lignina (actúa como el pegamento de la célula)

En Colombia existe normativa estructural para la construcción en guadua, NSR (Norma Sismo Resistente)-10 Título G.

Los principios para el diseño estructural serán a partir de los esfuerzos admisibles y los módulos de elasticidad:

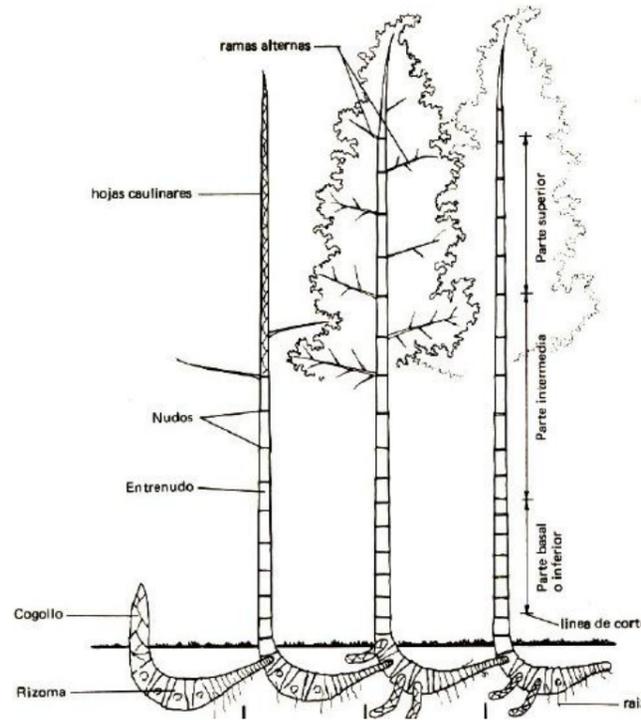


Figura 4.1. Hidalgo López, Oscar, Manual de construcción con bambú guadua., Universidad Nacional de Colombia.

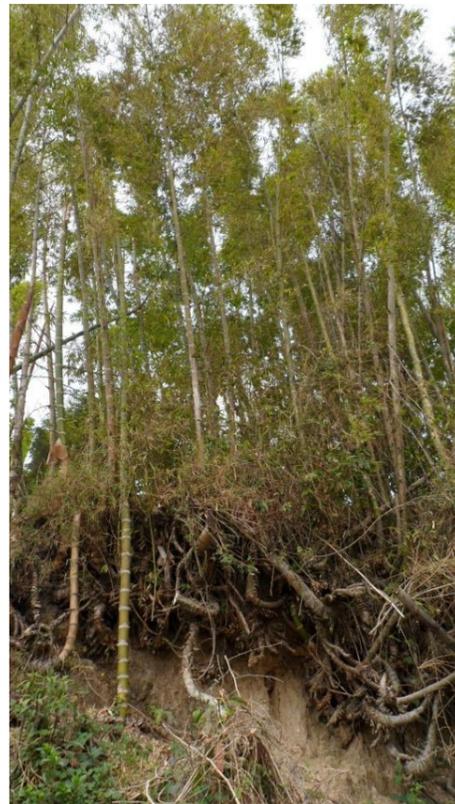


Figura 4.2. Guadual con raíces al descubierto, Salamina. Archivo personal.

Tabla G.2.2-1
Esfuerzos Admisibles, F_i , (MPa) C.H = 12%

GRUPO	F_b Flexión	F_t Tensión	F_c Compresión	F_p Compresión ⊥	F_v Cortante
ES1	29.5	21.0	23.0	6.0	2.0
ES2	28.5	20.0	22.0	4.3	2.0
ES3	23.0	17.0	19.0	3.8	1.6
ES4	17.0	12.0	15.0	2.8	1.5
ES5	15.0	11.0	13.0	2.0	1.1
ES6	12.5	9.0	10.0	1.5	1.3

Tabla G.2.2-2
Módulos de Elasticidad Longitudinal, E_i , (MPa)
CH = 12%

GRUPO	Módulo Promedio $E_{0.5}$	Módulo 5° Percentil $E_{0.05}$	Módulo Mínimo E_{min}
ES1	18 000	13 250	7 130
ES2	18 000	13 250	7 130
ES3	14 000	11 000	5 500
ES4	12 500	10 000	5 000
ES5	11 200	8 250	4 435
ES6	9 000	6 500	3 564

Esfuerzos admisibles y coeficientes de modificación:

Tabla G.2.2-3
Por duración de la carga (C_D)

Duración carga	Flexión F_b	Tensión F_t	Compresión F_c	Compresión ⊥ F_p	Cortante F_v	Típica carga de diseño
Permanente	0.90	0.90	0.90	1.00	0.90	muerta
Diez años	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	viva de ocupación
Dos meses	1.15	1.15	1.15	1.00	1.15	
7 días	1.25	1.25	1.25	1.00	1.25	construcción
Diez minutos	1.60	1.60	1.60	1.00	1.60	viento y terremoto
Impacto	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	Impacto

Cronología de edad para usos de la guadua:

Figura 4.3. Tablas para el diseño estructural, NSR-10, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

4.1.2 Estructuras en guadua

EDAD:	30 DIAS	6 MESES	UN AÑO	DOS AÑOS	TRES AÑOS O MAS
Alimento humano	Alimento humano	Canastas y Paneles tejidos	Canastas y Paneles tejidos	Tableros de esterilla	Estructuras
Deformación artificial para obtener bambúes de sección cuadrada	Deformación artificial para obtener bambúes de sección cuadrada	Deformación artificial para obtener bambúes de sección cuadrada	Deformación artificial para obtener bambúes de sección cuadrada	Letas	Baldosas laminadas

Figura 4.4. Hidalgo López, Oscar, Manual de construcción con bambú guadua., Universidad Nacional de Colombia.

En Colombia se pueden encontrar muchas construcciones realizadas totalmente en guadua, el arquitecto más representativo es Simón Vélez, entre otros.

Se han realizado grandes construcciones en este material por todas las potencialidades que ofrecen sus características, siendo un referente tecnológico y arquitectónico en grandes construcciones de obra civil.

También se pueden encontrar pequeñas construcciones de obra pública como paradas de autobús, kioscos, peajes, etc.

La guadua no se comporta bien frente a los esfuerzos de tracción perpendiculares a las fibras o de corte paralelo a estas, las uniones requieren cuidado, es por esto que se necesita mano de obra cualificada para la construcción en guadua.

Simón Vélez ingenió la inyección de mortero de cemento Portland en los entrenudos de la guadua, para mejorar así su capacidad, haciéndolo macizo, la inyección de mortero se complementa con pletinas y tornillos.



Figura 4.5. Estructura en guadua, uniones reforzadas en mortero y pernos, Terminal de Neira. Archivo personal.



Figura 4.6. Estructura en guadua, uniones reforzadas en mortero y pernos, Terminal de Neira. Archivo personal.



Figura 4.7. Voladizos en guadua, Terminal de Neira. Archivo personal.



Figura 4.8. Vivienda en guadua y esterilla, Salamina. Archivo personal.

4.1.3 Guadua y esterilla

Este tipo de construcciones se pueden observar en zonas de invasión y de pobreza.

Se trata de un sistema constructivo empleado principalmente para viviendas donde se usa exclusivamente la guadua, sin ningún recubrimiento añadido o otros componentes constructivos. Se podría asimilar a una construcción parcial en bahareque, donde solamente hay estructura. Por la falta de elementos constructivos se puede observar la deformación de sus paramentos. (Figura 8)

4.2 Sistemas constructivos tradicionales

Las técnicas constructivas desarrolladas a lo largo de la historia de la región de Caldas, zona cafetera vienen marcadas por la tecnología y la cultura en su historia. Por su topografía, clima y vegetación se desarrollaron distintas tipologías constructivas en la región, así como los sistemas se fueron desarrollando por la presencia de los sismos.

En el año 2011 la UNESCO declaró el Paisaje Cultural Cafetero patrimonio de la humanidad, todo ello incluye la protección y preservación de las edificaciones en sistemas constructivos tradicionales; así como la protección y la conservación del paisaje. El Comité de Patrimonio Mundial “incorporó la categoría de paisajes culturales para identificar, proteger, conservar y legar a las generaciones futuras los paisajes culturales de valor universal excepcional”.

Los Paisajes Culturales representan “las obras que combinan el trabajo del hombre y la naturaleza” (Artículo 1 de la Convención). El término Paisaje Cultural incluye una diversidad de manifestaciones de la “interacción entre el hombre y su medio natural”.³

³ Texto extraído del libro Muñoz Robledo, J.F. (2006), Tipificación de los Sistemas Constructivos Patrimoniales de “Bahareque” en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia. Universidad Nacional del Colombia.

La historia, la cultura, el clima y su territorio marcan en esta región un paisaje construido especial.

En Colombia existen varios sistemas constructivos tradicionales, entre los más relevantes concretamente en la región de Caldas encontramos:

- Construcción en guadua y guadua con esterilla
- Construcción en Tapia (obsoleta)
- Construcción en bahareque
 - o Bahareque fundacional
 - o Estilo temblorero
 - o Bahareque en tierra
 - o Bahareque en tabla
 - o Bahareque en metálico
 - o Bahareque encementado
 - o Bahareque de invasión

Las características principales comunes que definen estos sistemas son el uso de material orgánico en madera de proximidad (principalmente guadua). Todos son sistemas constructivos livianos y sismo resistentes en su mayoría por las características del material del que se conforman sus estructuras.



Figura 4.9. Bar con estructura en guadua, Belalcázar, Archivo personal.



Figura 4.10. Pavellón Zeri, en estructura en guadua, Recinto del Pensamiento, Manizales. Archivo personal.

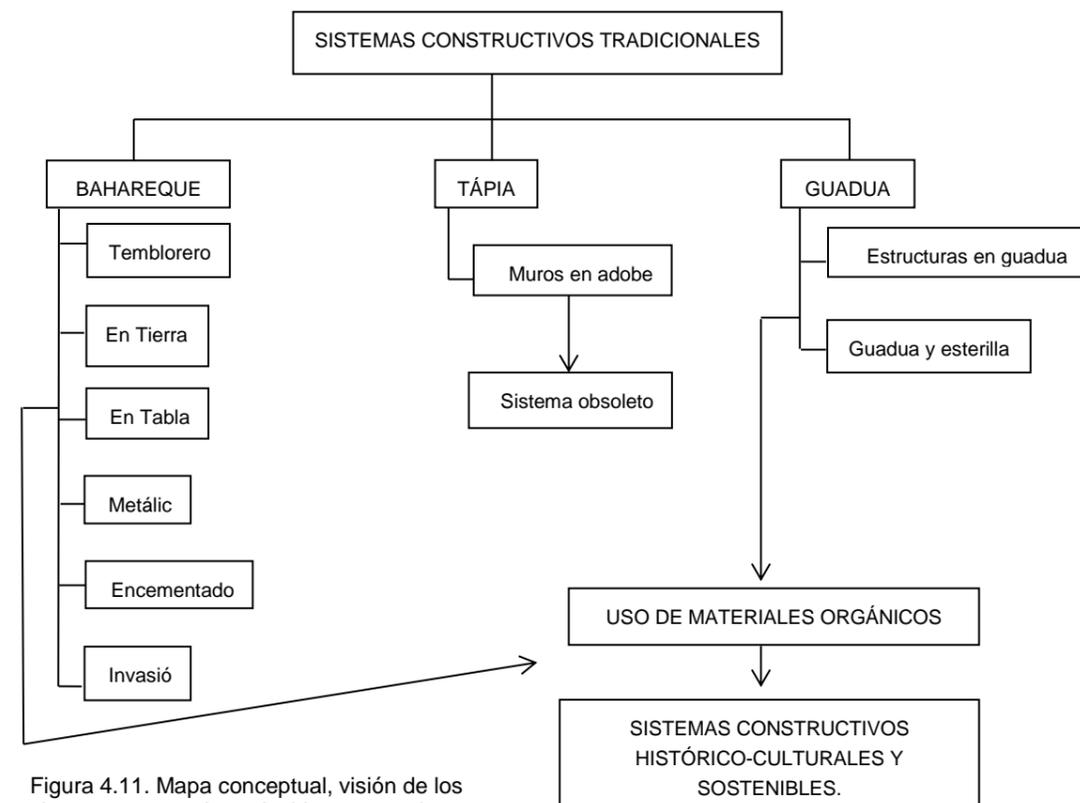


Figura 4.11. Mapa conceptual, visión de los sistemas constructivos. Archivo personal.



Figura 4.12. Vivienda en támara de tierra pisada, Salamina. Archivo personal.



Figura 4.13. Escuela Taller de Salamina, reconstrucción en támara de tierra pisada. Archivo personal.



Figura 4.14. Detalle muro támara en tierra pisada, Escuela Taller de Salamina. Archivo personal.

4.2.1 Tapia de tierra pisada

Este estilo constructivo se data aproximadamente entre 1854 y 1884.

En esta época se desarrolla una arquitectura de nuevas construcciones con muros en tapias de tierra pisada.

Las nuevas viviendas se desarrollaban con un patio central y en dos plantas. La base constructiva era en muros en tapia de tierra pisada.

Esta tipología constructiva de tierra rígida pesada, no soporta los sismos y a final de la época, toda la arquitectura es devastada, y sólo quedan primeras plantas; estos muros serán usados para la reconstrucción de las ciudades, buscando una nueva tipología capaz de resistir los sismos. (Figuras 12, 13,14)

Características:

Cimentación en zarpas ciclópeas ⁴

Muros de primeros y segundos pisos en tapias de tierra pisada.

Entrepisos y balcones corridos en madera

Techos republicanos con estructuras en cerchas de madera y guadua; grandes aleros y tejas de barro y cielorrasos.

Ésta es la última arquitectura de referencia colonial.

4.2.2 Estilo temblorero

Después de la devastación de las edificaciones se inicia la búsqueda de nuevas técnicas constructivas capaces de resistir a los sismos, es donde surge el estilo Temblorero.

Se observó que las segundas plantas no resistían a los sismos pero la primera planta sí, tenía más soporte, por lo que la búsqueda llevó a combinar técnicas constructivas distintas en la primera y segunda planta, que combinadas daban mejores resultados a los sismos.

En la reconstrucción de la ciudad se aprovechan los muros de tapia de las primeras plantas que resistieron a los sismos. Surgen

⁴ Zarpas ciclópeas: las zarpas es la denominación que se le da a las zapatas en algunos países.

varias tipologías de estilo temblorero. (Figuras 16, 17,18)

Características:

- Ladrillo de barro cocido para muros del primer piso y sobre los entrepisos de madera.
- Inicialmente para los segundos pisos se usa bahareque en tierra y posteriormente bahareque metálico y encementado.
- Estructura de balcones y los techos en cerchas y aleros o áticos en madera y guadua.
- Tejas en barro y cielorrasos en madera.

4.2.3 Bahareque en tierra

Sistema constructivo a base de estructuras continuas de muros cargueros, marcos estructurales con columnas, y diagonales en madera y/o guadua, apoyados sobre las soleras de los entrepisos (en la segunda planta).

Estructura continua de muros cargueros de marcos estructurales con columnas y diagonales en madera y/o guadua, apoyados sobre las soleras de los entrepisos o diafragmas que reposan en sobre cimientos a manera de zócalo en mampostería simple de ladrillo macizo tipo Tablazo, con pega sogá o pega en tizón y sogá, construido como base protectora y cortante de humedad para la estructura de madera sobre la que reposa.

Características:

- Techos con aleros en estructura de madera y guadua
- Cubiertas en teja de barro



Figura 4.15. Muro al descubierto, bahareque en tierra, Salento. Archivo personal.



Figura 4.16. Estilo Temblorero 1, maqueta del profesor José Fernando Muñoz Robledo. Archivo personal.

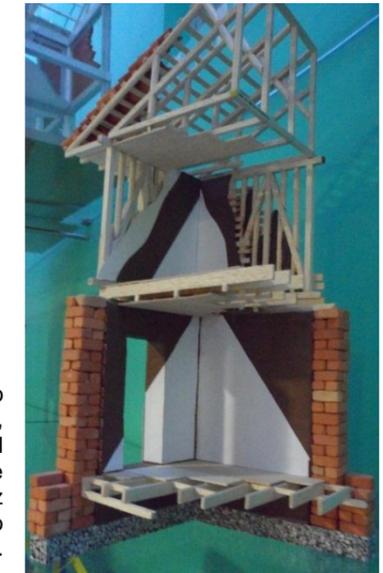


Figura 4.17. Estilo Temblorero 2, maqueta del profesor José Fernando Muñoz Robledo. Archivo personal.



Figura 4.18. Estilo Temblorero 3, maqueta del profesor José Fernando Muñoz Robledo. Archivo personal.



Figura 4.19. Muro al descubierto, bahareque en tierra, Salamina. Archivo personal.



Figura 4.20. Muro al descubierto, bahareque en tierra, Salento. Archivo personal.



Figura 4.21. Construcción en Bahareque en tabla, Facultad de Arquitectura, Manizales. Archivo personal.

4.2.4 Bahareque de tabla

Los componentes constructivos primarios son similares a los anteriores. Inicialmente se manifiestan con el color natural de la madera, presencia de zócalos en aceite de linaza y color mineral; también con cal, posteriormente con pintura de los muros de madera, más tarde en pinturas blancas o de color en vinilos o esmaltes de aceite. (Figura 21)

Características:

- Cimientos en zarpas ciclópeas y sobre cimientos en ladrillo
- Muros en marcos de madera con diagonales, en bahareque en tablas
- Entrepisos y balcones en madera
- Techos con aleros en estructura de madera y guadua
- Cubiertas en teja de barro

4.2.5 Bahareque metálico

Elementos constructivos primarios similares a los estilos anteriores pero en metal. Presencia de pinturas de esmaltes de aceite para el recubrimiento y protección ambiental de sus muros recubiertos en láminas metálicas. (Figuras 22,23)

Características:

- Cimientos en zarpas ciclópeas y sobre cimientos en ladrillo
- Muros en marcos de madera y guadua con diagonales en bahareque metálico.
- Entrepisos y balcones en madera
- Techos con áticos en estructura de madera y guadua
- Cubiertas en teja de barro

4.2.6 Bahareque encementado

Elementos constructivos similares a los demás bahareques y techo con ático similar al bahareque metálico.

Esta tipología de bahareque va a ser el objeto de estudio para la propuesta de BioFloresta,

donde se va a proponer la construcción de viviendas en base a esta tipología constructiva.

Características:

- Cimientos en zarpas ciclópeas y sobre cimientos en ladrillo
- Muros en marcos de madera y guadua con diagonales, en bahareque encementado
- Entrepisos y balcones en madera
- Techos con áticos en estructura de madera y guadua
- Cubiertas con teja de barro

Sistema estructural de muros que se basa en la fabricación de paredes construidas con un esqueleto de guadua, o guadua y madera, cubierto con un revoque de mortero de cemento, que puede apoyarse en esterilla de guadua, malla de alambre, o una combinación de ambos materiales.

Mapa conceptual sistema constructivo en Bahareque:

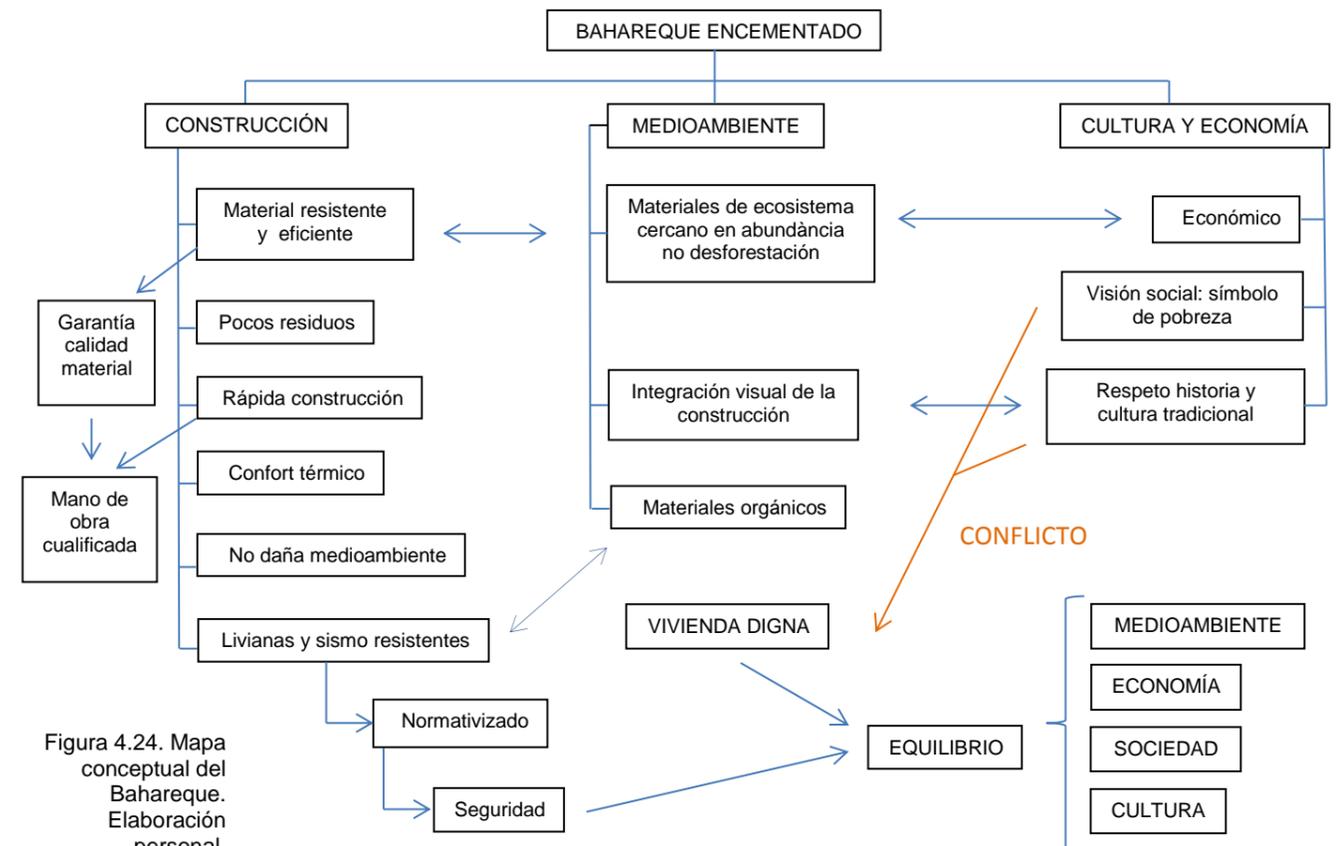


Figura 4.24. Mapa conceptual del Bahareque. Elaboración personal.



Figura 4.22. Detalle chapa de bahareque metálico, Belalcázar. Archivo personal.



Figura 4.23. Casa en bahareque metálico, Belalcázar. Archivo personal.



Figura 4.25. Cubierta y forjado en madera, Manizales. Archivo personal.



Figura 4.26. Vista frontal vivienda bahareque. Archivo personal.



Figura 4.27. Detalle esterilla guadua y fijación de la malla, Manizales. Archivo personal.

Está constituido por dos partes principales: entramado y recubrimiento. Ambas partes se combinan para conformar un material compuesto que trabaja a manera de emparedado.

Entramado:

Se construye con un marco de guadua o, preferiblemente, madera aserrada, constituido por dos soleras, inferior y superior, y pie derechos, conectados entre sí con clavos o tornillos. Adicionalmente puede contener riostras o diagonales.

Recubrimiento:

Sobre el entramado se extiende esterilla de guadua o un entablado; sobre éste se extiende una malla de alambre atada con alambre y fijada con clavos sobre la esterilla o entablado. (Figura 27)

Posteriormente sobre ésta se aplica una primera capa de mortero de cemento, una vez seca, se aplica otra capa de mortero como revoque final dándole la planimetría al muro.

El bahareque encementado es la única tipología de bahareque que tiene una normativa sismo resistente asociada para su construcción, la NSR-10 capítulo E.

Características técnicas:

“Columnetas” (montantes): de guadua como elementos verticales adicionales entre los intercolumnios de los marcos estructurales y respetando la continuidad de las riostras o diagonales, anclados con clavos de hierro moduladas cada 0,30m.

Esterillas de guadua: se colocan de forma horizontal, con una cara interna expuesta al exterior para la adherencia del revoque de acabado, se sujetan con “tiras de guadua” o con “amarras de alambre”, se sigue la dirección de las columnas y de las riostras.

“Pañete” o revoque: carga inicial del muro con una base rústica de mortero de arena y cemento que se deja secar uno o dos días, para posteriormente darle el revoque final.

Tipos de revoques:

- Revoque en mortero de cemento y arena aplicado sobre láminas metálicas perforadas (“Kiring”).
- Revoque de mortero de cemento y arena aplicado sobre mallas de hierro (malla de gallinero, malla de revoque o malla de vena).
- Revoque de cemento y arena aplicado directamente sobre la esterilla de guadua.

4.2.7 Bahareque de invasión

El bahareque de invasión se da en zonas de las ciudades no habitadas como laderas, cuencas de los ríos o zonas de riesgo normalmente, allí se aposenta población de mucha pobreza, y construyen sus viviendas únicamente en guadua.

Se acaban formando zonas marginales, por ser zonas apartadas y encerradas, a la vez que el riesgo permanente a derrumbes, desbordamientos del río, etc.

El estado de las viviendas es muy precario.



Figura 4.28. Barrio Santa Ana, zona de invasión en Villamaría. Archivo personal.



Figura 4.29. Bahareque de invasión, barrio Santa Ana, Villamaría. Archivo personal.

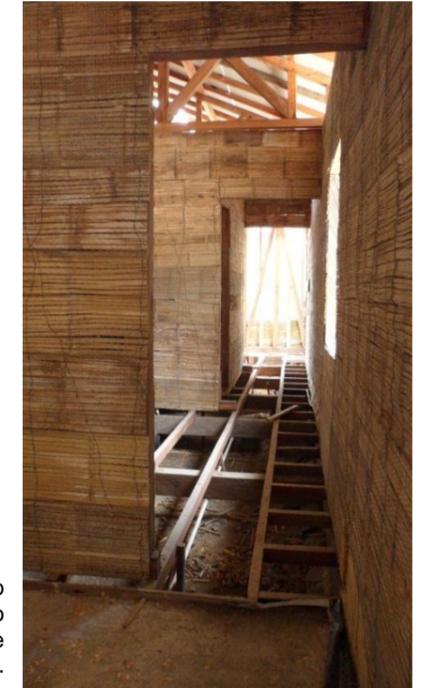


Figura 4.30. Revoco mortero de cemento sobre la malla de alambre, Manizales.



Figura 4.31. Recubrimiento de esterilla de guadua y malla de alambre, forjado al descubierto. Archivo personal.



Figura 4.32. Acopio de esterillas de guadua para la obra, Manizales. Archivo personal.

4.3 Manuales de construcción

Existe un manual de construcción realizado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

En este se detallan los procesos constructivos para la construcción en Bahareque encementado, teniendo en cuenta que en Colombia la autoconstrucción es habitual, es un gran documento para la buena realización de una vivienda sismo resistente. (Ver anexo 1.1)

5. MÉTODOS PARA BIOVILLAS

5.1 Antecedentes

Para entender el sistema de funcionamiento de Colombia, su cultura, su historia, su organización territorial, sus sistemas constructivos, la sostenibilidad y su forma de análisis nos hemos empapado de varios documentos muy relevantes para la elaboración de este proyecto.

5.1.1 Biomanizales

Este libro ha sido muy importante para entender la organización de las ciudades y una enseñanza a la visión y análisis del territorio.

Es un método de análisis aplicable a cualquier ciudad, donde se tienen en cuenta todos los factores que afectan a los municipios.

El documento explica el método de análisis aplicado a Manizales, trabajándolo en base a 4 estructuras principales: construida, hídrica, verde y circulatoria. En base al estudio de estas estructuras, se compone el perfil ambiental, con el que se pretende obtener una visión global y específica de la ciudad para detectar las problemáticas y sus posibles potencialidades.

5.1.2 Incorporación del Bahareque encementado en la norma NSR-10.

Esta normativa nos ha servido para estudiar y entender las necesidades técnicas que deben cumplir las construcciones para ser sismo

resistentes. Y entender los puntos clave para su aplicación.

Hasta el año 2010, la normativa sismo resistente en Colombia no contemplaba estipulaciones para el sistema constructivo en Bahareque encementado.

Es de gran importancia su inclusión en el capítulo E de la norma, ya que dados diversos sucesos sísmicos, el replanteamiento de este sistema se valora positivamente por su respuesta frente a estos. El hecho de no estar anteriormente contemplado en la normativa no potenciaba la construcción de esta tipología, siendo esta cultural e históricamente muy relevante en Colombia.

En esta se estipulan todos los parámetros necesarios que debe cumplir la vivienda para tener las características de sismo resistencia.

5.1.3 El Plan de Desarrollo de Villamaría

El documento del Plan de Desarrollo de Villamaría, nos ha permitido entender esta localidad, su modo de funcionamiento público, su forma de organizarse, sus antecedentes, las problemáticas y las esperanzas de futuro.

El Plan actual da hincapié a un desarrollo de futuro sostenible, con sus ciudadanos como elemento más importante.

Esto nos ha permitido obtener una visión y datos necesarios para poder hacer propuestas de carácter social, urbano, ambiental y constructivo. Teniendo en cuenta que hay una clara voluntad por preservar y potenciar el territorio y la sociedad.

5.1.4 Plan de Ordenamiento Territorial

Este documento no ha permitido estudiar ordenamiento territorial de Villamaría, la catalogación de todo su territorio, así como las previsiones de crecimiento de la localidad y la forma futura que puede adoptar el municipio a largo plazo.

En este se recogen también los espacios reservados para equipamientos e instalaciones públicas, necesarios para el planteamiento de cualquier extensión a urbanizar y para un ordenamiento coherente y previsor del municipio.

5.1.4 Planimetría del municipio

En nuestra estancia en la alcaldía del municipio de Villmaría hemos tenido acceso a la documentación disponible de esta localidad, así como planos, resultados de estudios del territorio:

- Planos zonas urbanas
- Planos zonas rurales
- Planos de geología
- Planos organización municipal

(Ver anexo 2)

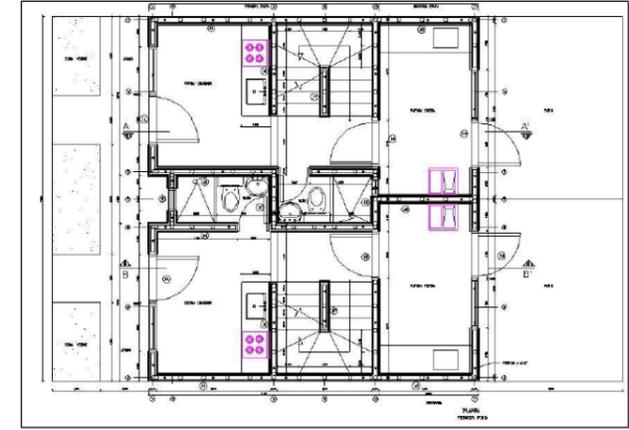


Figura 5.1 Planta vivienda en Bahareque encementado, Urbanización Bambusa, Armenia. Prieto Ramírez, S.D., Farbiarz Farbiarz J., López Muñoz, L.F., (2006), 2º Taller internacional de capacitación, diseño y construcción de estructuras en bambú guadua: Normativa Colombiana sismoresistente de bahareque encementado: un hito mundial.

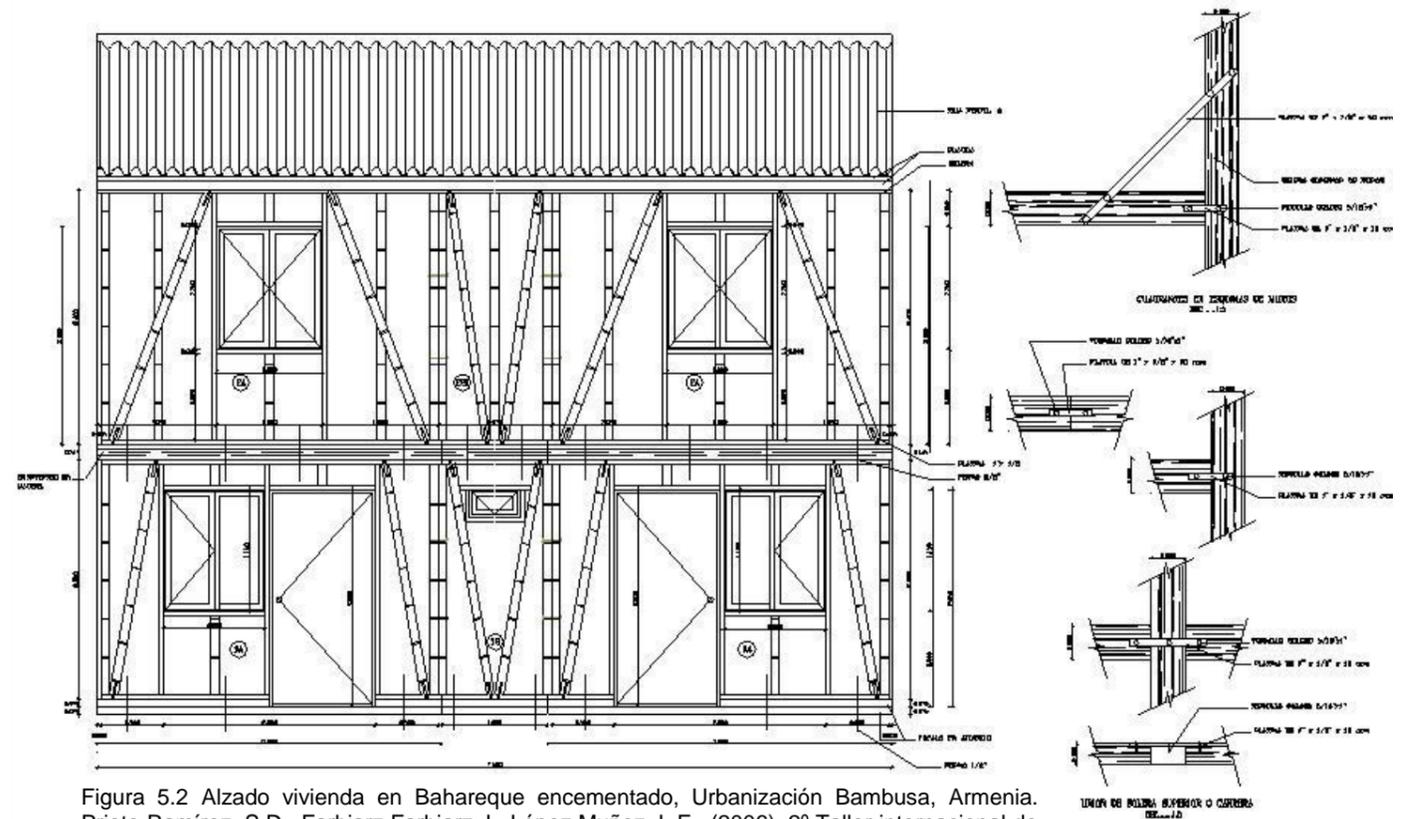


Figura 5.2 Alzado vivienda en Bahareque encementado, Urbanización Bambusa, Armenia. Prieto Ramírez, S.D., Farbiarz Farbiarz J., López Muñoz, L.F., (2006), 2º Taller internacional de capacitación, diseño y construcción de estructuras en bambú guadua: Normativa Colombiana sismoresistente de bahareque encementado: un hito mundial.

6. RESULTADOS

6.1 Propuesta de tres tipologías de vivienda

6.1.1 Perfil ambiental de Villamaría

En nuestra estancia en Colombia tuvimos la oportunidad de asistir a la asignatura de Desarrollo de Proyectos Urbanos en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia, en ella se inició el trabajo en equipos con los estudiantes de distintas disciplinas para realizar el perfil ambiental de Villamaría, y en el pudimos colaborar.

Estructuras de análisis:
Verde, hídrica, construida, circulatoria y aérea.

El análisis se realiza a partir de MATRIZ DOFA:
D: Debilidades
O: Oportunidades
F: Fortalezas
A: Amenazas

6.1.1.1 Estructura verde

Análisis de la estructura verde del municipio.

Síntesis de diagnóstico (Figuras 6.3, 6.4):

- La zonas verdes que se observan, están muy desligadas una de la otra y no dejan un camino que pueda generar un corredor biológico.
- Hay una densidad muy alta de población y construcción cerca al río Chinchiná.
- El contraste de construcción y verde es demasiado irregular en el sector urbano.
- Hay vulnerabilidad de deslizamientos en muchas partes de ladera donde hay edificaciones.
- Hay grandes zonas verdes que están en peligro por la expansión, es urgente considerarlas zonas intangibles para poder regenerar parte de los ecosistemas.

Análisis, priorización de problemática:

- La forma como se puede crear un corredor biológico es entrelazar todos los espacios verdes, haciendo una reubicación de las edificaciones que

están en el trayecto que se designara para crear el corredor.

- Es muy importante hacer también una reubicación de las edificaciones que están cerca al río, ya que, además de estar siendo vulnerables a deslizamientos y avalanchas; están aumentando el problema de contaminación que tiene el río.
- Las zonas con riesgo de derrumbe, necesitan un proyecto a largo plazo done se pueda sembrar un tipo de vegetación que amarre la ladera, como por ejemplo, la guadua, que tiene unas raíces muy profundas y además es parte del paisaje.
- Basuras y desechos en zonas verdes. (Figuras 6.1, 6.2)



Figura 6.1 Desechos y basuras en zonas verdes. Archivo personal.



Figura 6.2 Desechos y basuras en zonas verdes. Archivo personal.

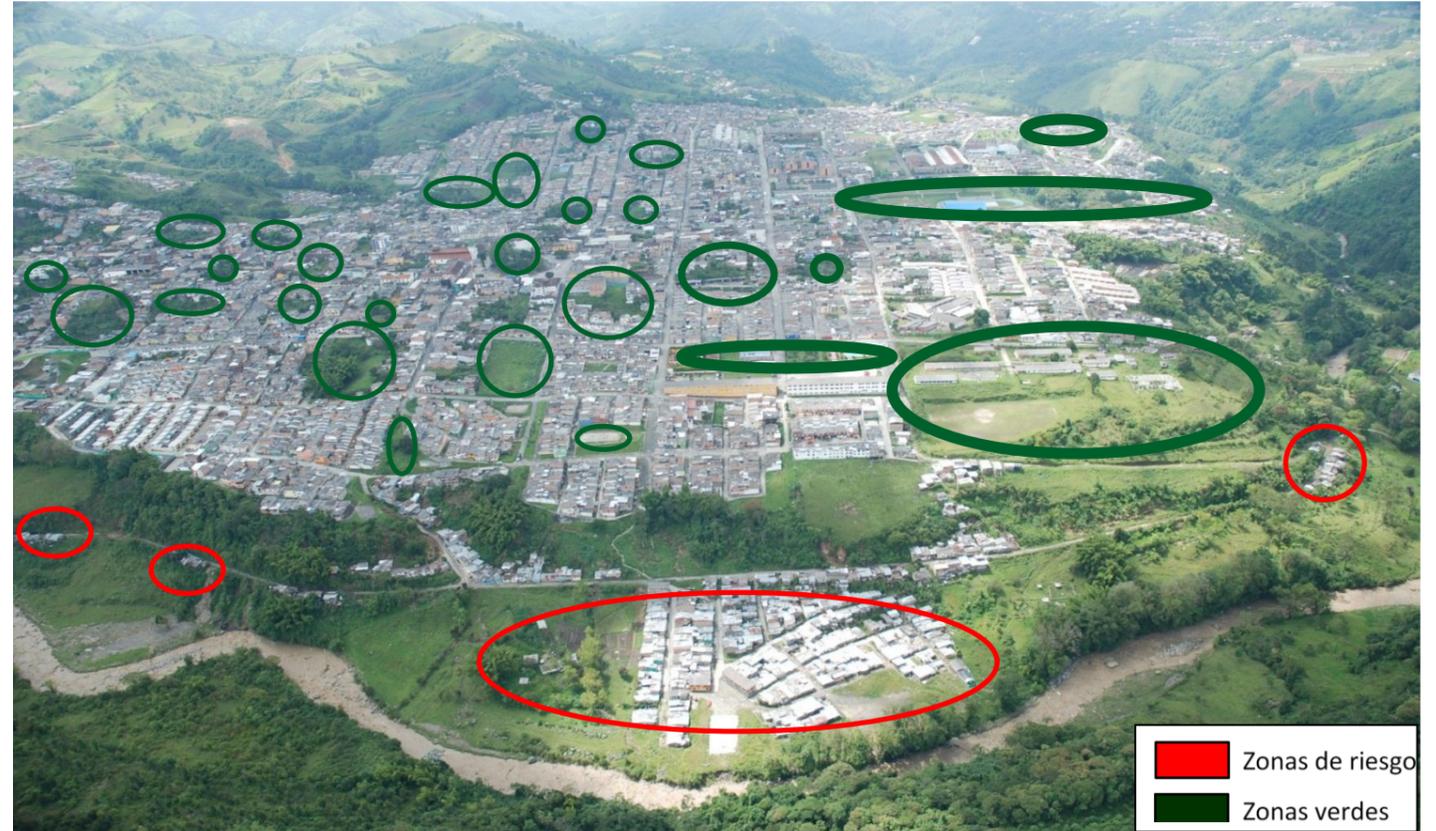


Figura 6.3 Zonas verdes con peligro de expansión, vista aérea de Villamaría. Archivo Villamaría.

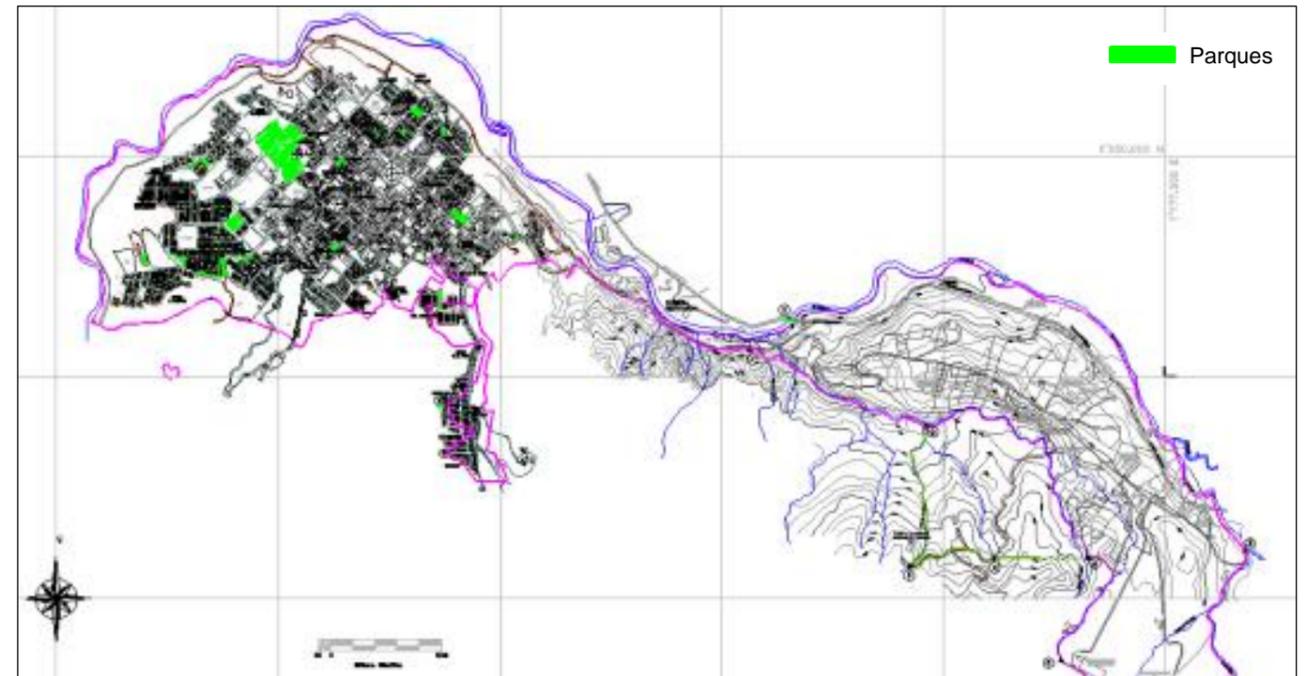


Figura 6.4 Mapa de zonas verdes catalogadas como parques en Villamaría. Archivo Villamaría.

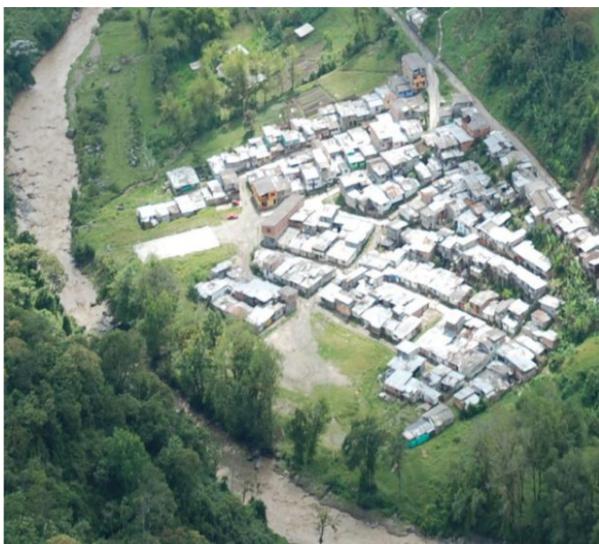


Figura 6.5 Vista aérea de zonas cercanas al río afectadas por los asentamientos. Archivo Villamaría.

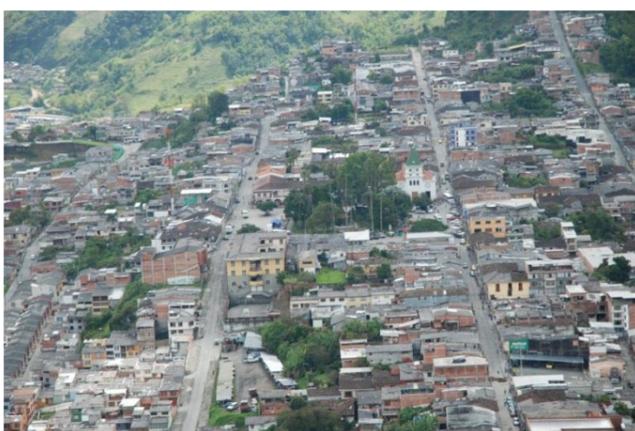


Figura 6.6 Contraste edificación- verde, en zona urbana. Archivo villamaría.



Figura 6.7 Vías verdes existentes en la trama urbana de Villamaría. Archivo Villamaría.

Diagnóstico: La Florida

La Florida es un barrio de Villamaría ubicado cerca de una quebrada, donde actualmente hay un problema cerca de la vía que conecta con Villamaría. Se ubica parte de la población, en zona vulnerable, y hay riesgo de crecimiento del río Chinchiná. (Figura 6.8)

ANÁLISIS MATRIZ DOFA

Debilidades:

Mal manejo de desechos y elementos que afectan el área rural y todos sus derivados en que se desenvuelve. Basura.

No hay un vínculo fuerte entre la gran presencia verde que entra por la parte del polideportivo y se pierde en el recorrido hacia la ladera. Unión verde.

Densificación de la población en la Florida. No hay un control pertinente para el manejo y relación con el ambiente.

Oportunidades:

Zonas de cultivo y buena producción de elementos agrícolas. Ejemplo: coles.

Intervención en el borde del río Chinchiná, mejora de las zonas cercanas al cuerpo de agua y facilidad para plantear el recorrido al lado del río, con una terminación en la línea del polideportivo.

Oportunidades:

Gran espacio verde entre la Florida y Villamaría.

Asignación de áreas para viviendas.

Fortalezas:

Recuperación de fuentes hídricas.

Arborización de parques y manchas de posibles conexiones entre las zonas verdes.

Componentes de la tierra favorables para el cultivo.

Área exterior verde que envuelve los dos sectores, fundamentales para un buen desarrollo del municipio en la compatibilidad de lo verde con lo urbano.

Amenazas:

Peligro de deslizamiento y desbordamiento del río Chinchiná, que podría tener desenlaces catastróficos.

Densificación del tejido urbano y afectaciones en los componentes de acueductos e intoxicación de los elementos necesarios para la supervivencia.

PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Zonas de cultivo

La idea es implementarlas y que la población que se encuentre en alto riesgo a la ladera del río, empiecen a trabajar en esta zona, incentivando la agricultura.

Determinación de zonas de cultivo y de protección ambiental, puntos para una buena interacción con el entorno.

Basuras

La problemática de los desechos que no están bien controlados, las soluciones para estas zonas son espacios de protección rural e incentivos y correctivos al mal uso de los desechos generados por la población. (Figuras 6.1, 6.2)

Zona de expansión urbana (Figura 6.10):

En la zona 1, Se observa el barrio de Turín y sus alrededores. Esta vertiente sería la más conveniente para vincular al sector urbano, teniendo en cuenta que el barrio de Turín funcionaría a modo de división entre el área urbana con el posible crecimiento agrícola.

En la zona 2, esta parte del territorio debe tomar proporciones más extensas para abastecer de alimentos los crecimientos urbanos, así se disminuirá el transporte de algunos elementos agrícolas para el consumo.



Figura 6.8 Viviendas de invasión en la orilla del río en zona la Florida. Archivo personal.



Figura 6.9 Modificación agresiva del terreno, Villamaría. Archivo personal.



Figura 6.10 Zona de expansión urbana, barrio Turín, Villamaría. Archivo Villamaría.

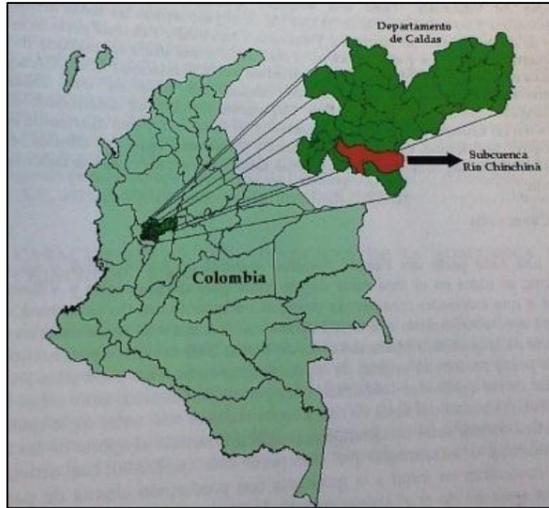


Figura 6.11 Mapa departamental de Colombia, Universidad Nacional de Colombia.



Figura 6.12 Vista aérea Villamaría, archivo Villamaría.

6.1.1.2 Estructura hídrica

Para un buen desarrollo del análisis de la estructura hídrica de Villamaría, se nombran las diferentes cuencas que se clasificarán de la siguiente manera: cuenca hidrográfica, cuenca urbana, micro cuencas, parques de agua, rondas de los ríos y humedales.

La idea principal es poder clasificar y recorrer cada uno de los puntos anteriores que estén dentro del tramo analizado con el fin de observar su estado, posibles afecciones y soluciones a corto plazo.

La cuenca del río Chinchiná está localizada en la vertiente occidental de la cordillera central, esta tiene una extensión de 1044,83 Km², de los cuales 436,28 Km² (41,8%) al municipio de Villamaría.

Según estudios realizados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), podemos observar en las Figuras 6.14, 6.15, 6.16, las afecciones a la cuenca hídrica por la contaminación, así como la calidad de sus aguas en función de la estación.

Existe una zona en Villamaría que es la principal contribuyente a la contaminación del río Chinchiná, es la zona de Gallinazos. Esta contaminación en parte brinda una problemática de residuos físico químicos por las edificaciones de industria cercanas a la cuenca cuyo tratamiento de aguas debe de tener una planta para zonas francas.

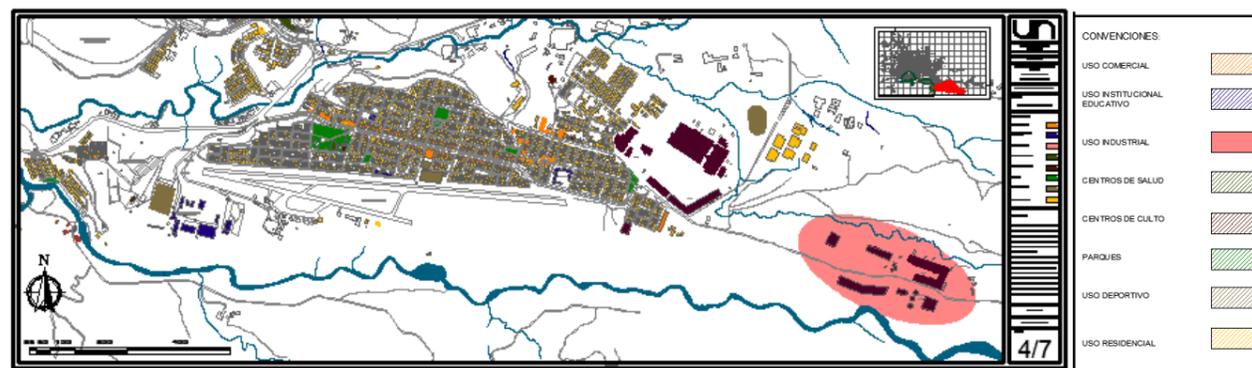


Figura 6.13 Mapa zona Gallinazos y usos urbanos, Universidad Nacional de Colombia.

ANÁLISIS MATRIZ DOFA

Debilidades:

Químicos contaminantes
 Agua jabonosa
 Aguas negras
 Zonas de invasión
 Esta problemática se extenderá en la especialización de los puntos donde se realizan estas actividades contaminantes.

Oportunidades:

Programas ambientales
 Zonas de expansión
 Reubicación y normativa
 Para este punto se mostrarán los posibles lugares para desarrollar las actividades mencionadas

Fortalezas:

Zonas verdes estables
 Nacimientos
 Elemento articulador
 En la ronda del río se observa que podrían fomentarse zonas de cultivos que beneficien a grupos sociales

Amenazas:

Desviación del cauce
 Industria
 Desagües
 Proyectos urbanos
 Zonas en desuso
 Cementerio

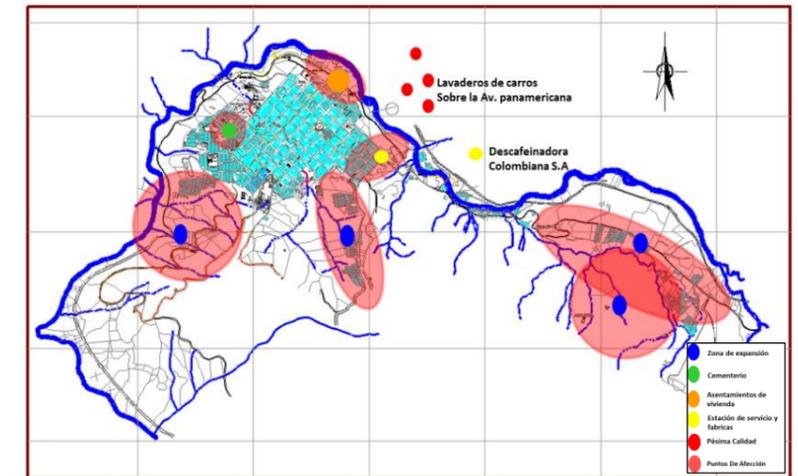


Figura 6.14 Mapa de Los puntos más importantes dentro del sector de Villamaría que le aportan un gran porcentaje de contaminación. ICA

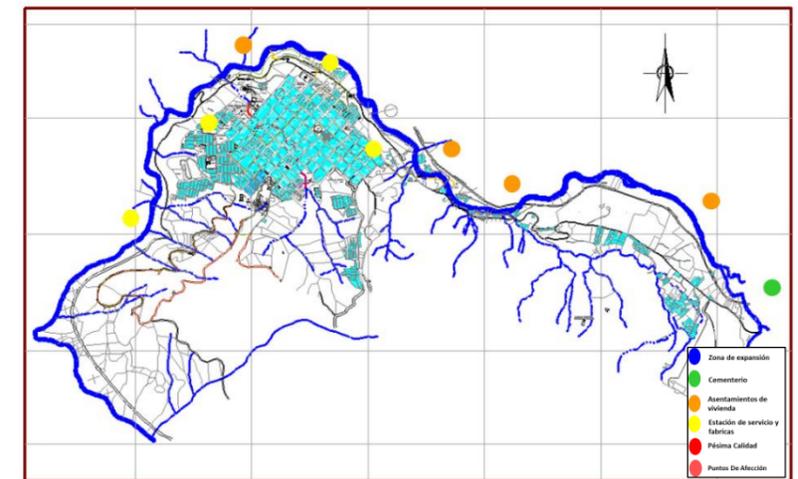


Figura 6.15 Mapa de calidad del agua según los valores del ICA- cetes B, propuesta para un río de ser considerado como fuente de abastecimiento para el consumo humano en la condición climática de verano. ICA

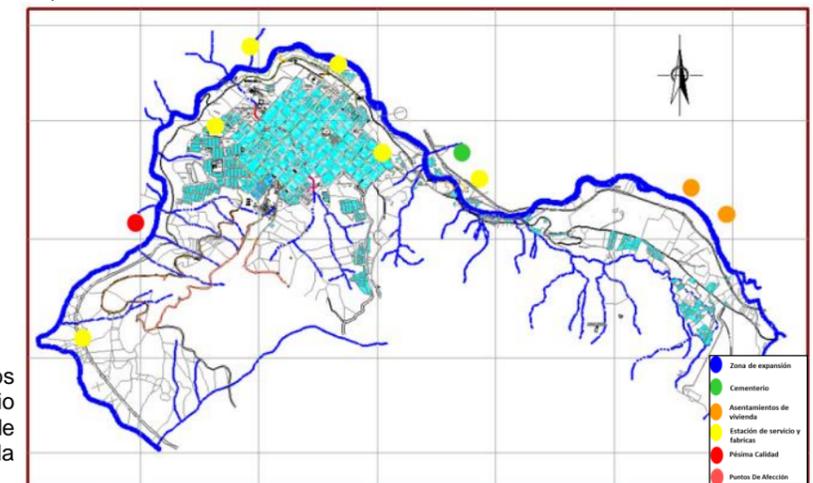


Figura 6.16 Mapa de calidad del agua según los valores del ICA- cetes B, propuesta para un río de ser considerado como fuente de abastecimiento para el consumo humano en la condición climática de invierno. ICA

PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Plantas de tratamiento de aguas:

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. Estas plantas se situarían según *Figura 6.17*, para sanear a la entrada y salida del paso del agua por la localidad.

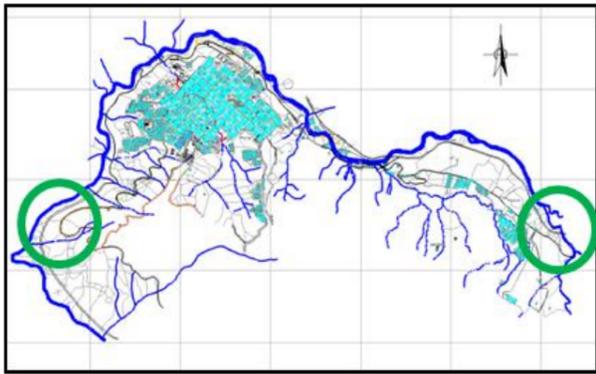


Figura 6.17 Mapa urbano de Villamaría, ubicación de plantas de tratamiento. Archivo Villamaría.

6.1.1.3 Estructura construida

La constante evolución del municipio de Villamaría ha mostrado en la actualidad la problemática de una falta de planeación, evidenciada en la formación de un tejido urbano desordenado, invasivo, en descontrol al que se le suman los problemas que representan los modelos de ocupación de baja densidad causando desequilibrios entre lo construido y el espacio público, que afecta la calidad espacial.

Una de las potencialidades de la estructura construida es la de contar con una topografía variada que repercute en la optimización de visuales tanto lejanas como cercanas de paisajes naturales y urbanos.

Zona fundacional:

Modelo de planificación que viene de las ciudades antiguas. El damero (trama regular).

Ocupación del territorio sobre cuencas hidrográficas, no se tiene en cuenta la topografía evidenciando indiferencia hacia el entorno.

El descontrolado tráfico y comercio causan contaminación en el centro, mostrando una pérdida del valor e importancia del patrimonio arquitectónico y deterioro del espacio público.

Expansión inmediata:

Continuidad de la trama regular. Zona residencial, predominio de 1 y 2 pisos.

Carencia de espacio público.

Evidencia del crecimiento del municipio sin planificación, que terminó con una manera desordenada (asentamientos marginales).

Expansión futura:

La necesidad de responder al crecimiento de la población. Prevalece lo privado antes que lo público. Viviendas de 2 pisos, conjuntos cerrados, y vivienda en altura. Nuevos proyectos enfocados a Bioarquitectura.

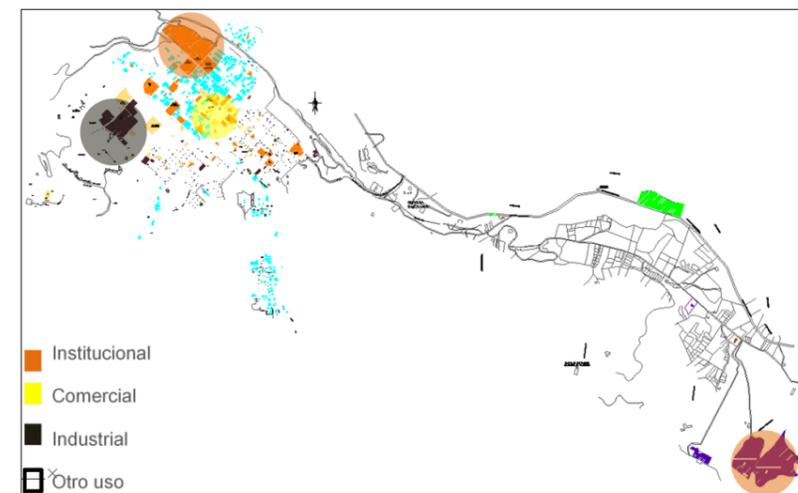


Figura 6.18 Mapa de usos generales del suelo de Villamaría. Universidad Nacional de Colombia

Distribución de usos generales del suelo:

Los usos institucionales se encuentran en puntos extremos a lo largo del casco urbano. El comercio ocupa pocos espacios urbanos, principalmente en el centro y la industria se desarrolla en un costado del centro urbano. (*Figura 6.18*)

Equipamientos municipales:

Se identifican tres focos de equipamientos, más un equipamiento aislado hacia el sector de la Florida. El resto de los equipamientos se concentran en el centro urbano, al occidente del municipio. (*Figura 6.22*)

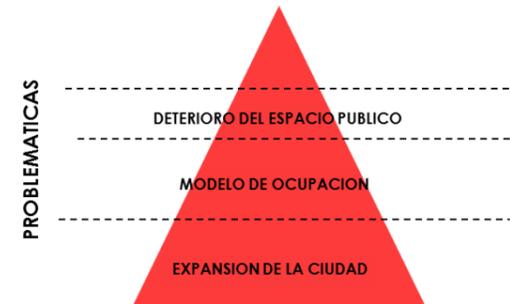


Figura 6.19 Jerarquía de la problemática en E. Construida, Universidad Nacional de Colombia.

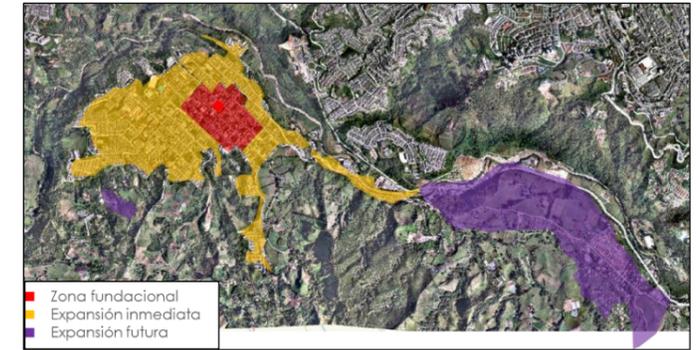


Figura 6.20 Mapa Urbano de Villamaría, análisis de zonas construidas, Google maps.



Figura 6.21 Vista aérea de Villamaría, se aprecia el desorden constructivo. Archivo Villamaría.

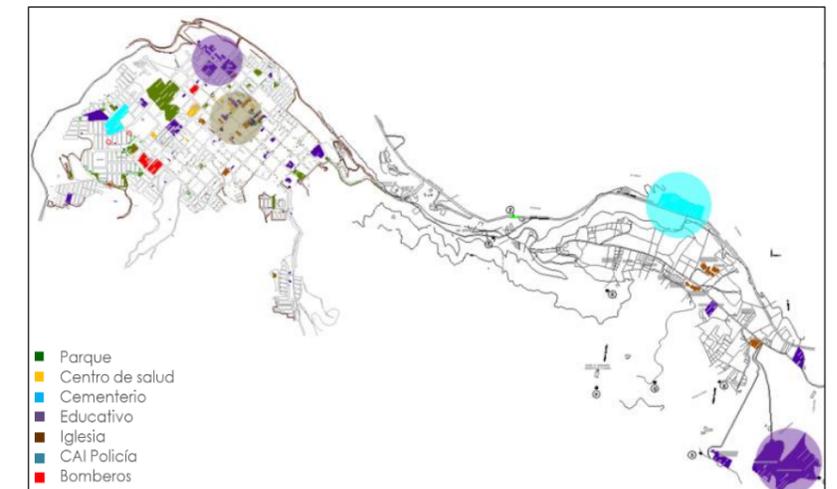


Figura 6.22 Mapa de equipamientos de Villamaría. Universidad Nacional de Colombia

ANÁLISIS MATRIZ DOFA

Debilidades:

Espacio público como espacio residual.
Contaminación del núcleo. (Comercio y tráfico)
Homogeneidad de las vías.
Modelo de ocupación de baja densidad.
Infraestructura vial insuficiente en la conexión con Manizales.

Oportunidades:

El centro histórico visualizado como espacio cultural, turístico, reciclaje arquitectónico.
Nuevo modelo de ocupación enfocado a la racionalización del uso del suelo.
Importancia del espacio público en pro del mejoramiento de la calidad de vida.
Cercanía de Manizales.

Fortalezas:

El río como eje de conexión (espacio público, educativo, cultural y social.)
Centro de Villamaría: potencial económico y cultural.
Nuevos proyectos de expansión enfocados a la Bioarquitectura.
Cambio de modelo de ocupación por uno de mayor densidad.

Amenazas:

Expansión de la ciudad de forma descontrolada.
Zonas marginales en riesgo (deterioro del espacio)
Deterioro del borde del río (deslizamientos,

contaminación).

PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Conservación:

Valorar, proteger y recuperar los edificios de valor histórico de Villamaría, preservando sus características arquitectónicas.

Descontaminación de centro histórico despojándolo progresivamente del tráfico y del comercio invasivo, elementos que impiden apreciar el potencial cultural.

Mejoramiento integral:

Mejora las condiciones de la zona comercial, regenerando el comercio y el espacio público.

Redesarrollo:

Cambio de modelo de ocupación, en concordancia con las necesidades actuales y futuras en pro de la racionalización de uso del suelo (densificación).

Mejora de las condiciones de las viviendas, los comercios y los espacios públicos.

Renovación:

Recuperar y/o transformar áreas desarrolladas del municipio que presentan avanzados procesos de deterioro físico, social o ambiental, reubicación de zonas marginales.

Evitar la expansión de la ciudad hacia elementos naturales de importancia, previniendo así el riesgo por desastres naturales y protegiendo los recursos ambientales.
(Figura 6.23)

6.1.1.4 Estructura circulatoria

La malla vial de la ciudad presenta, desde hace mucho tiempo, un estado bastante decadente.

Esto condiciona la circulación del tráfico en Villamaría con taponamientos y desordenes circulatorios importantes, además del estado de las vías.

Es necesaria la intervención de las rutas de buses y colectivos, para de esta manera recuperar en un 100% las vías de acceso a esta zona. Adelantadas estas obras, se podrían volver a pavimentar muchas vías del municipio, que tienen un alto nivel de fracturas, haciendo que transitar por sus calles resulte pesado para conductores, que en su mayoría cancelan impuestos de circulación para asegurar el estado óptimo de las vías y por lo tanto la mejor conservación de los automóviles.

Con estas inversiones se envuelve el tema de movilidad en toda la localidad, generando la mejora en la calidad de vida de las personas que viven en Villamaría, así como la habitabilidad de los barrios en los que no se ejecutan planes de intervención circular.

El parque central es el sitio de mayor concentración, así como las rutas de circulación de buses, rutas de mucho flujo vehicular, peatonal y de acceso. En todas estas se requiere implementar las medidas requeridas de señalización para garantizar la seguridad e integridad del usuario en la vía y de las personas que habitan el municipio, minimizando así las alteraciones al tráfico vehicular de la zona.

ANÁLISIS MATRIZ DOFA

Debilidades:

Conflicto de peatones y vehículos en los puntos de intersección de vías.
Uso de la calzada para estacionamiento de vehículos particulares y del transporte público.

En toda la trama vial, el ancho de la calzada no varía, por lo que no se distingue la clasificación de las vías en principales y secundarias.

Falta de continuidad y adecuados separadores en las vías principales.

Mal estado de las vías para el soporte de los vehículos pesados.

Discontinuidad e inexistencia de andenes en la circulación peatonal.

Ausencia de semáforos en toda la malla vial.

Falta de pasos de peatones.

Oportunidades:

Aprovechar la llegada del cable aéreo para un replanteamiento del sentido de circulación y de rutas de transporte público.

Espacios disponibles para adecuar una estación de transportes públicos y estacionamientos comerciales.

Asignación de nuevos espacios para los usos actuales que se le da al espacio público.

Darle continuidad a los separadores, con arborización, prioritariamente en la vía de acceso y salida de Villamaría.

Posibilidad de creación de carril bici dada la expansión de la malla urbana.

Fortalezas:

Anchos de calle suficientes para remodelación de la trama urbana.

Rutas de circulación de tránsito urbanas eficientes pero mejorables. (En transporte no público).

Amenazas:

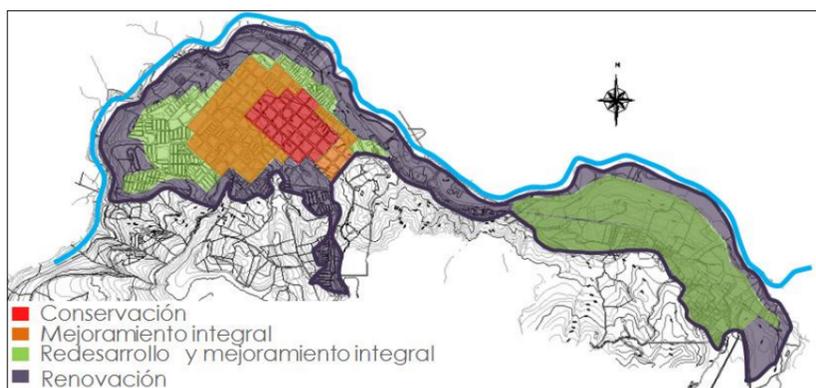


Figura 6.23 Mapa para zonas de renovación del municipio, Universidad Nacional de Colombia.



Figura 6.24 Vista aérea Villamaría, Morfología irregular dispersa, aun sin consolidar. Archivo Villamaría.

Alta probabilidad de accidentabilidad por la falta de señalización en los puntos de mayor congestión.

La falta de una señalización adecuada genera desorden e imprudencias.

La falta de pasos peatonales es un potencial de peligrosidad.

PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Mantenimiento:

Actualmente la mayoría de las vías del municipio no cuentan con las condiciones para cumplir con la movilidad, su mantenimiento y mejora ayudaría en la descongestión del tráfico urbano.

Mantenimiento y limpieza de vías no asfaltadas para crear senderos ecológicos en buenas condiciones.

Mejoras integrales:

Para zonas cuyo ordenamiento requiere ser completado en materia, aportar servicios públicos domiciliarios, servicios sociales básicos, equipamiento colectivo y acceso vehicular, en procura de la integración de estas zonas al resto de la ciudad. Vía principal de Villamaría.

Movilidad peatonal.

Instauración del cable aéreo, el cable aéreo va a mejorar la movilidad ciudadana con Manizales así como descongestionar el tránsito; es un gran paso hacia la movilidad ecológica, rápida y eficiente.

Renovación:

Renovación en el modo de pensar la movilidad dada la topografía existente en el municipio. Incorporar ascensores urbanos.

Renovación de vías no principales en mal estado para convertirlas en senderos y ciclo rutas ecológicas. (Figura 6.27)



Figura 6.28 Estado de las vías, Villamaría. Archivo personal.



Figura 6.29 Estado de las aceras, Villamaría. Archivo personal.

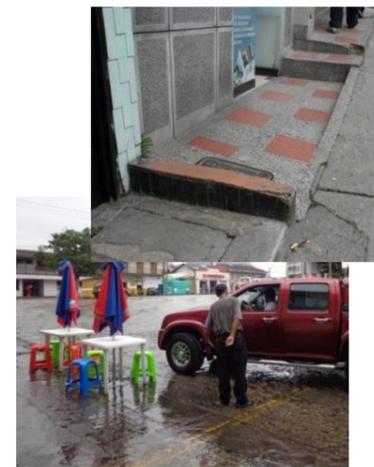


Figura 6.30 Parque Villamaría, ocupación vías públicas. A. Personal.

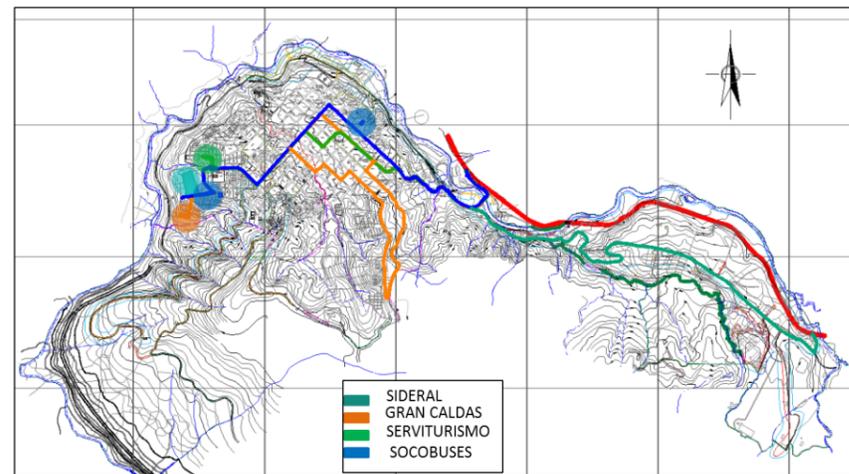


Figura 6.26 Rutas de transporte público y zonas de aparcamiento de Villamaría. Universidad Nacional de Colombia.

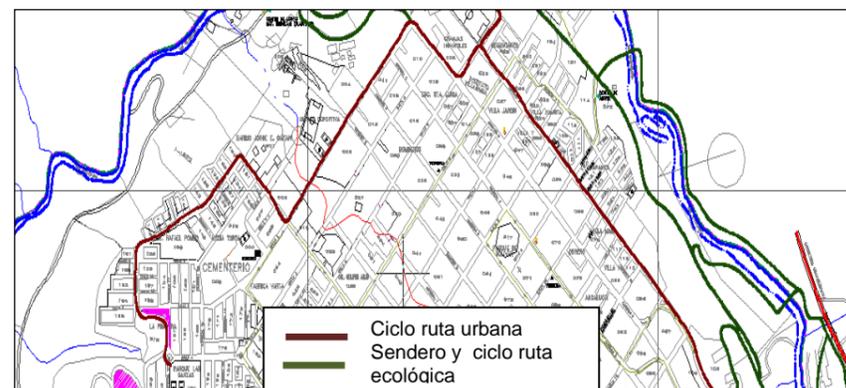


Figura 6.27 Mapa zona urbana Villamaría, propuesta de senderos y ciclorutas ecológicas. Universidad Nacional de Colombia.



Figura 6.25 Propuesta de ubicación del cable aéreo, en plaza Bolívar. Archivo Villamaría.

6.1.1.5 Estructura aérea

Se pretende identificar en el municipio de Villamaría, sus posibles problemáticas en el aire: contaminaciones, cenizas, ruidos, etc. Establecer la importancia de los problemas aéreos en el municipio con el fin de mejorar el planeamiento de este.

La geografía física del municipio se caracteriza por el contraste de las pendientes suaves con las muy fuertes, que originó fenómenos de sedimentos y erosivos, que al conjugarse con los procesos tectónicos, volcánicos y antrópicos formaron el relieve actual.

Las variaciones altitudinales otorgan al municipio de Villamaría la posibilidad de tener tres pisos térmicos, identificados en microrregiones (zona alta o de páramo, zona media u hortofrutícola, zona baja cafetera), con un potencial productivo y turístico.

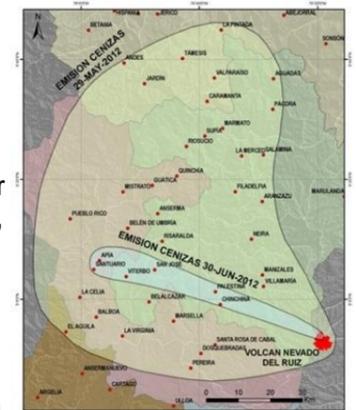


Figura 6.31 Mapa de emisión de cenizas del Nevado del Ruiz en Caldas, Universidad Nacional de Colombia.

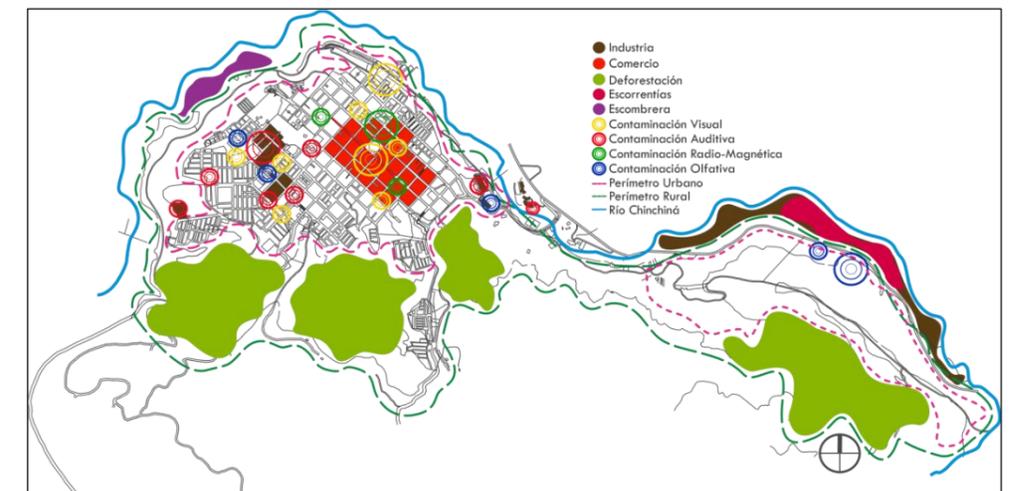


Figura 6.32 Síntesis de contaminación aérea en zona urbana de Villamaría. Universidad Nacional de Colombia.



Figura 6.33. Fachada tipo para vivienda de Material. Archivo personal.

6.1.2 Análisis tipología actual.

Las tipología de viviendas existentes en la zona de La Floresta es en su gran mayoría “casas de Material”, se aprecia en la *Figura 6.33*, componiéndose estas de mampostería confinada con acabado visto de los ladrillo, con acabados pintados, revestidos en piezas cerámicas o revocados con mortero de cemento pintado.

Este tipo de edificación tiene aspectos favorables y desfavorables por tratarse un tipo de obra pesada carga con gran peso el terreno y es un sistema poco flexible para la gran cantidad de movimientos telúricos que afectan a esta zona, que se encuentra en riesgo alto de sismicidad según planificación nacional.

Este tipo de viviendas aporta alto confort térmico por su buena transmitancia térmica en el clima que nos encontramos, es de una técnica de construcción ampliamente conocida por los maestros de obra encargados de construirla, pero tiene la desventaja de necesitar un dimensionado adecuado de las armaduras que permiten su resistencia a esfuerzos de flexión y tracción, esta situación no queda garantizada cuando se presenta el fenómeno de autoconstrucción, donde el mismo propietario se encarga de su ejecución y el proceso se lleva a cabo por etapas generando juntas constructivas que debilitan su comportamiento ante cualquier evento que lo solicite.

Las viviendas en su mayoría como se ve en la *Figura 6.34 y 6.35*, fueron realizadas en serie, por lo que suponemos una correcta ejecución, este fenómeno provoca una homogeneidad en la estética de sus fachadas que a la vista repercute en una saturación de formas y donde los propietarios en busca de distinguirse de sus vecino transforma esta apariencia a su gusto, formándose un mosaico de colores y texturas a veces impactante para el observador.

Es por estas razones que el proyecto Biovilla busca implantar distintas tipologías de viviendas en una misma urbanización generando armonía entre ellas y limitando el cambio e aspecto gracias a las diferencias que ya se encuentran en cada tipo de vivienda acabada en su totalidad.

6.1.3. Propuesta de tres tipos de vivienda y su situación.

Las propuestas que se presentan a continuación han sido realizadas con la intención de aprovechar todos los elementos presentes en el entorno de las viviendas: paisaje, desniveles, quebradas, zonas verdes naturales, etc. Nótese que una vivienda en Bahareque encementado puede tener el diseño que se desee, un diseño muy impactante y atractivo podemos ver en el ejemplo adjunto en el *Anexo 1.2*.

Es por tanto fruto de la observación durante el tiempo de estadía en la zona donde tras entender las bondades del territorio se han generado los siguientes modelos.

Para definir las distintas configuraciones de las plantas piso, se ha tenido en cuenta la documentación facilitada por el Ing. Samuel Darío Prieto, que podemos consultar en los *Anexos 1.3 y 1.4*, donde a modo de norma, el cálculo estructural es válido para esta tipología de vivienda con el valor agregado de fomentar una distribución flexible, eficiente, directa y sencilla para que el usuario se sienta en libertad de utilizar un espacio u otro según sus necesidades.

La base de la distribución es la longitud de muros, ya que según ésta, es la cantidad de guaduas y diámetro idóneo para garantizar su estabilidad estructural, así como su durabilidad.

A partir de la cantidad de metros de muros en relación a la superficie de la vivienda se define la satisfacción de la demanda sísmica. Como norma general un muro no debería tener luces de más de 4 metros para no generar excesivo movimiento que podría debilitar las uniones de los elementos.

En la zona de actuación, la pendiente media de la zona se encuentra entre un 20-50% por lo que en la sección propuesta se ha utilizado una pendiente del 20, 30 y 50 % respectivamente, que sería la pendiente tipo para que todas las viviendas dispongan de vistas hacia el paisaje presente en la zona, siendo este uno de los parámetros más valorados en la zona, según afirmaciones de la gente encuestada.

Por lo tanto, como se aprecia en la *Figura 6.36*, se trata de viviendas entre 52 y 62m² aproximadamente, definidas en dos plantas y cada una de ellas se corresponde con diferente calle del tipo transversal (ver más adelante *fig. 6.39*). Se accede a la vivienda por planta baja o primera dependiendo del tipo de vivienda 1,2 o 3 (ver *anexo 2.7*), dando acceso directo a un espacio diáfano donde se define la cocina, comedor-salón y dependiendo del tipo de vivienda, un baño completo que contará con WC, lavamanos, y plato de ducha, ubicado en la planta donde éste se encuentre, un distribuidor conecta la escalera que da acceso a la planta primera o planta baja según corresponda.

Es en esta planta secundaria, donde encontraremos dos dormitorios: una habitación de matrimonio de unos 12 m², que según las necesidades del propietario podría subdividirse



Figura 6.34. Barrio La Floresta 1, trazado urbano en línea recta. Archivo personal.



Figura 6.35. Barrio La Floresta 2, trazado urbano en línea recta y vías con máxima pendiente. Archivo personal.

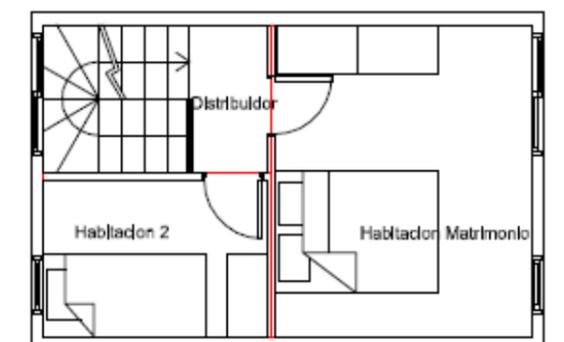
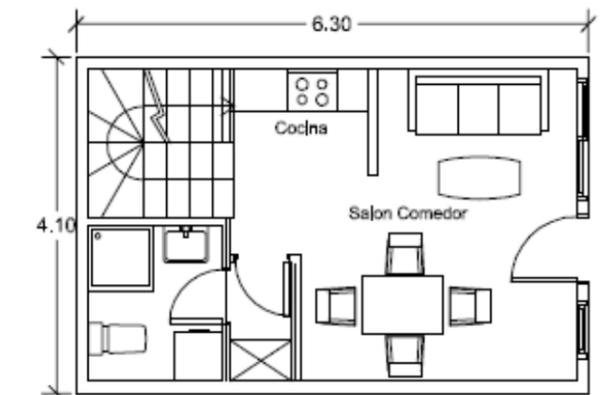


Figura 6.36. Planta tipo 3. Elaboración propia.

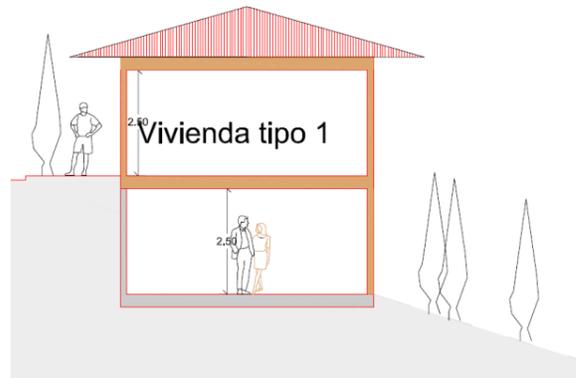


Figura 6.37. Sección para una pendiente del 30%.

en dos aumentando así el número de dormitorios a tres.

En la planta primera de las viviendas tipo 2 y 3 existe la posibilidad de abrir una puerta al costado de la escalera que permitiría la salida a la calle superior en caso de que el propietario así lo prefiriera, dado que por este lado de la vivienda solo se prevén ventanas para las habitaciones, ver *Figura 6.37*.

En este nivel es donde se aprecian las mejores vistas y se espera que todas las viviendas lo puedan aprovechar de igual forma.

Para generar las distribuciones urbanas y medidas propuestas, se ha decidido innovar en el aspecto de áreas verdes públicas en lugar del normal privado, ya que la existencia de antejardines facilita que este espacio sea utilizado como almacén, aparcamiento de motos, depósito de basuras, etc., es decir, un uso muy distinto del ideal que supone el proyectista a la hora de definir la apariencia de las viviendas.

Es por esta razón que se proponen aceras de mayor dimensión de 2,5 metros de ancho de media, contemplando dentro de esta franja, áreas verdes abiertas a la calle para que, o bien sea la administración quien gestione su mantenimiento a través de concesiones de los servicios propios o también dependiendo de su acabado final, es decir, si es con césped natural, algún tipo de arbusto, piedra natural, etc.

Debido a la fuerte pendiente en algunos casos, el acceso a las viviendas solo se garantiza por medio de escaleras que como máximo tendrán 10 contrahuellas, como se ve en la *Figura 6.38*. Esta situación reducirá el ancho de la acera en este costado, sin embargo quedaran entre 50 y 70 cm para poder pasar caminando disponiendo en todo caso, de los 2 metros por la banda opuesta.

La distribución propuesta de vías pavimentadas según normativa municipal, es un anillo circular de un sentido, con un carril de circulación de 4 metros para permitir el paso de autobuses y una franja intermitente de zonas de aparcamiento en un costado según convenga por la topografía del terreno. Para

conectar toda la urbanización se dispondrán calles de conexión cercanas al paralelismo con las curvas de nivel de pendiente suave y un máximo de un 9% para permitir el tránsito peatonal sin problemas para ningún usuario.

Estas franjas transversales internas se conectan con el anillo exterior que se une a la carretera principal con dirección a Llanitos. Esta unión se propone en dos extremos para facilitar la circulación interna y su dimensión será de 3,5 metros en un carril de un sentido único, donde el acceso a cada uno se realizará por el lateral derecho yendo en la dirección del anillo como se aprecia en la figura 6.39 y el Anexo 2.7. Cada calle dispondrá de árboles para generar un entorno verde dentro del barrio.

Se espera que en un futuro se realice un eje peatonal con carril bici de conexión entre la Biofloresta y el centro de la ciudad por la belleza apreciable en el recorrido entre ambos puntos y generar un ambiente de bienestar incentivando a la gente caminar como medio de transporte y a la práctica del deporte.

En las *Figuras 6.39, 6.40 y 6. 41* se aprecia parte de la solución propuesta para la pendiente con vías transversales a ésta. Los planos con detalle se encuentran el *Anexo 2.7*.

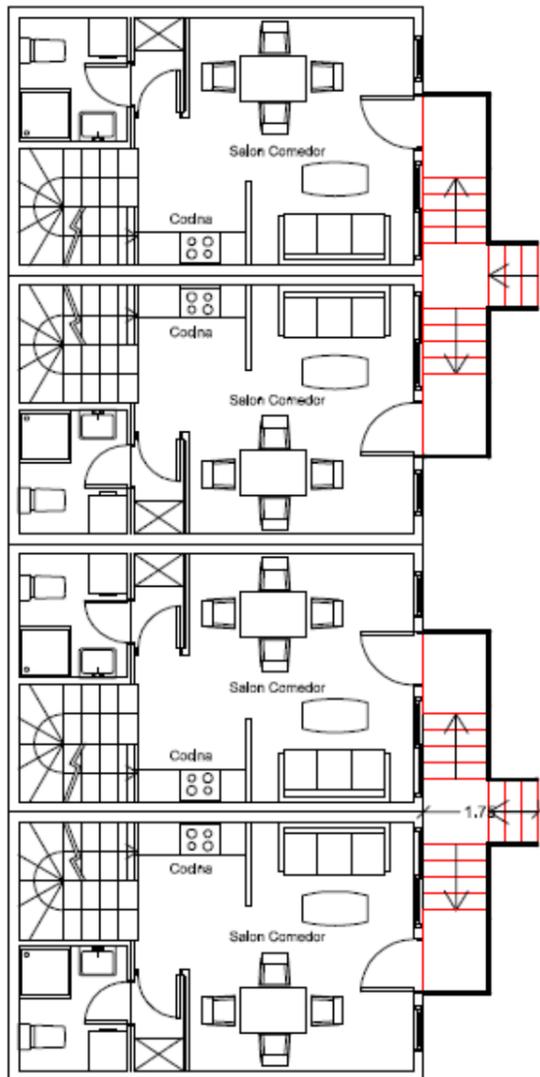


Figura 6.38. Acceso con escalera debido excesiva pendiente.



Referencia catastral N°01-01-022-0016 aporta 3415m² útiles por encontrarse en su interior, áreas de protección y zonas de riesgo elevado por deslizamiento que no permiten la construcción.

El área ya construida es de 2500m².

206 Viviendas en parcelas de 24m² por cada parcela con un total de 5000m².

Parcelas:

Tipo 1:	31m ²	5,1 x 6,3m
Tipo 2:	30m ²	4,1x 7,3m
Tipo 3:	26m ²	4,1x 6,3m

Figura 6.39. Propuesta distribución de 205 viviendas.

- VIAS
- ZONA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
- LÍMITE ZONA DE EXPANSION
- QUEBRADAS
- VIVIENDAS
- TRAZADO NUEVAS VIAS
- PREVISION AREAS VERDES Y EQUIPAMIENTOS
- A,B,C,D SECCIONES PARA LAS PENDIENTES DE PERFILES

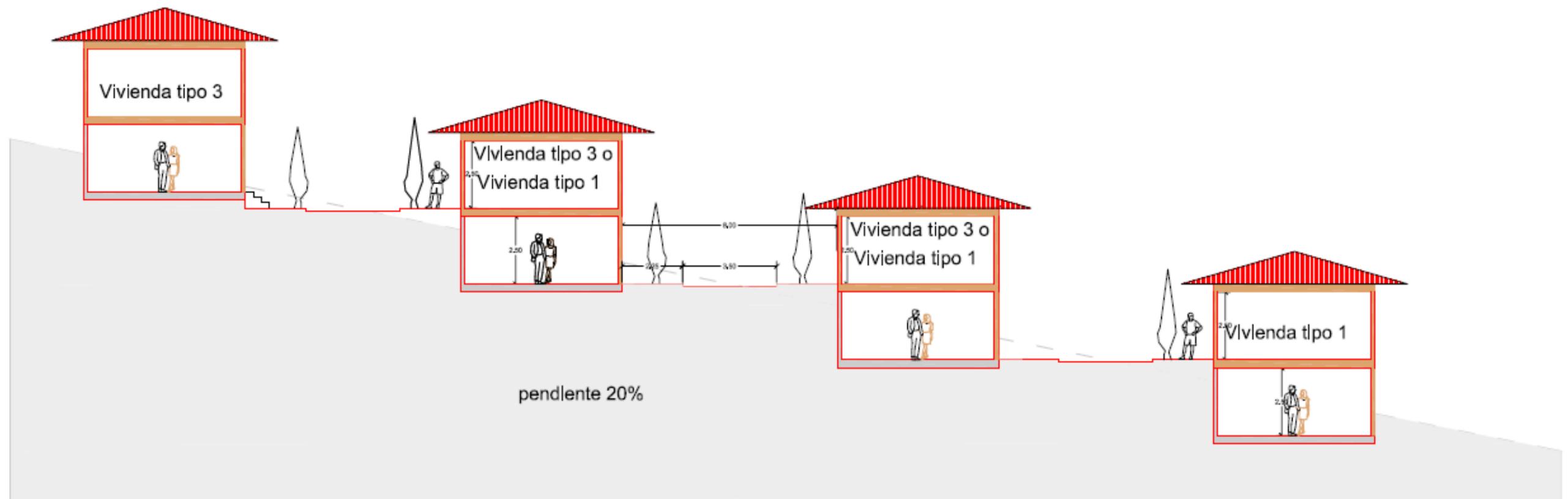


Figura 6.40. Propuesta para pendiente suave de un 20%.

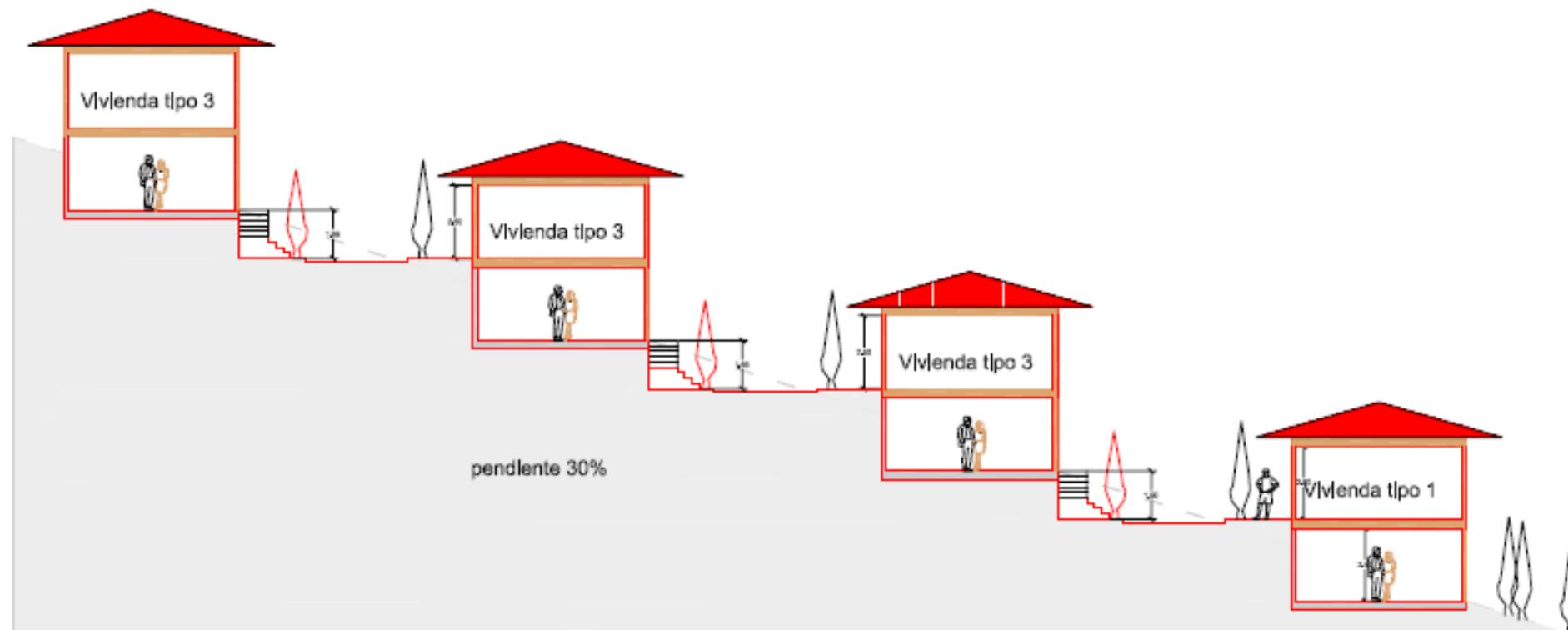


Figura 6.41. Propuesta para pendiente media de un 30%.

7. DISCUSIÓN

7.1 La necesidad de estrategias para la recuperación del bahareque

La construcción de BioFloresta representa un proyecto piloto para la población de Villamaría.

Con esto se pretende dar un paso adelante hacia la sostenibilidad del municipio, dando ejemplo a la ciudadanía para una concienciación y valoración del territorio que poseen.

Este proyecto en su ejecución debe suponer un ejercicio global desde la construcción a la educación. El objetivo de construir las viviendas en bahareque encementado por una parte es una elección de carácter constructivo importante por sus buenos resultados tanto eficientes como sísmo resistentes; pero por otro lado, es el inicio hacia una recuperación histórico-cultural.

Dicho sistema constructivo, dada su trayectoria, tiene una importancia vital en la historia colombiana y representa la identidad de este territorio. Aunque en la actualidad esta tipología está socialmente rechazada, no debe ser símbolo de pobreza, sino de orgullo, de historia, cultura y respeto al medioambiente.

Esto es lo que se pretende lograr socialmente con la construcción de este proyecto, dar el paso a recuperar y a valorar la tradición territorial.

7.1.1 ¿Que hemos aprendido de BioFloresta?

La elaboración de este proyecto nos ha enseñado a observar el territorio de otra forma. Hemos aprendido que somos nosotros los que debemos integrarnos en el medio, ya que éste estaba y va a prevalecer siempre y debe respetarse, así como también hemos aprendido que se debe valorar la historia de cada cultura, y aprender de ella.

Este proyecto ha sido un estudio del pasado en la historia de Colombia, para entender el presente social, constructivo y medioambiental en el que se sitúa actualmente el país.

Entendemos la necesidad de construir con materiales locales, los que da la tierra en el lugar donde queremos dejar nuestra huella, ya que será el más eficiente, respetuoso con el medio y económico. Y también una construcción consciente con el medio y la historia, para seguir una trayectoria de expansión territorial equilibrada y para no perder nunca la identidad.

Es muy importante la educación en todos los ámbitos de la sociedad para no perder los orígenes y entender, y respetar el lugar donde uno vive.

7.1.2 ¿Que se hará después del proyecto?

Se pretende elaborar un laboratorio de seguimiento de las construcciones en bahareque encementado para valorar y proponer innovaciones constructivas en función de los resultados.

También se quiere abrir un centro de estudios ambientales en la misma localidad de Villamaría, para iniciar el camino a la sostenibilidad, con la finalidad de materializar la información, procesarla, investigar y concienciar para la divulgación de la sostenibilidad.

Todo ello como eje conductor entre las intenciones de los planes de desarrollo municipales y el compromiso social para la educación y concienciación ambiental y técnica.

7.1.3 El compromiso social en sostenibilidad

La responsabilidad con el medioambiente y el respeto del mismo depende únicamente de la sociedad. La política puede influir mucho en este sentido pero la voz la tiene el pueblo y éste debe ser el primero en ser consciente del futuro de territorio y su conservación.

La herramienta principal para el compromiso social es la educación, y más en sostenibilidad. Esta materia y el conocimiento deben llegar a todo aquel que vive en el territorio, todo ciudadano debe conocer el potencial sobre el que vive y el futuro de éste depende de muchas decisiones tanto políticas como sociales.

Es necesario un empuje al conocimiento y divulgación en sostenibilidad para engendrar el respeto en los ciudadanos en esta materia.

Con conciencia y conocimiento, los ecosistemas actuales pueden perdurar por mucho tiempo, así como un desarrollo sostenible de las ciudades y sus ciudadanos va a permitir un desarrollo social y ambientalmente sano.

8. CONCLUSIONES PERSONALES

8.1 Experiencia personal

Elegir este proyecto desencadenó una serie de consecuencias positivas, la principal, ir hasta el otro lado del mundo a conocer desde cero Colombia.

La oportunidad que nos ha brindado este proyecto nos ha permitido conocer otra forma de construcción y de percibirla, a diferencia de la tipología estudiada aquí.

Para entender la construcción tradicional ha sido necesario el contacto social para que de su mano nos mostraran su territorio, y de este modo percibirlo a través de sus ojos, esto nos ha generado una empatía social, un aprendizaje para entender la concepción de Colombia desde todos sus ámbitos, conociendo sus riquezas y pobreza. Unas enseñanzas que difícilmente podremos olvidar.

En el ámbito estrictamente constructivo nos ha gustado conocer otra forma de entender la arquitectura, no sólo a mirarla desde la pura confección, ya que ésta va estrictamente entrelazada con entender el medioambiente, las necesidades sociales, la sostenibilidad y la cultura. Es necesario, y es un aprendizaje muy importante, esta forma de construir más humana y natural.

El conocimiento de la vegetación de Colombia para la aplicación en construcción, las técnicas constructivas así como todos los recursos naturales de los que disponen nos ha permitido abrir la mente a otras formas de hacer y de percibir los recursos de que dispone el hombre para sus construcciones, hay que valorar más

el entorno, usarlo conscientemente y sobretodo respetarlo.

Realmente una experiencia extraordinaria, una enseñanza en el ámbito de estudio que termina de completar nuestra formación y una experiencia personal increíble por tener la oportunidad de conocer un país a través de los ojos de sus habitantes.

8.2 Conclusión del trabajo

Al llegar al final de este proyecto miramos atrás y vemos el conocimiento adquirido a lo largo de este proceso.

Nos damos cuenta de la necesidad de volver a los orígenes, de mirar hacia atrás y entender la historia de cada lugar en el que vayamos a realizar una modificación del medio, como lo es construir. Es vital, conocer el historial de cada lugar, tanto de la sociedad como del medio. La experiencia en Colombia nos enseñó que es muy importante.

El bahareque como un sistema constructivo que responde a las necesidades climáticas del lugar, un descubrimiento, un sistema que no tiene ni de más ni de menos, lo justo, buena eficiencia energética, resistencia a los sismos, respeto ambiental, etc. Este es el valor real de este sistema, porque su coste económico no deja de ser el medio y el conocimiento de la técnica.

Tener más por menos y valorar. Nos quedamos con este razonamiento en cuanto a las construcciones en bahareque. Nos hemos dado cuenta que aquello más vital como es un techo está sobrevalorado por la economía. Con el bahareque comprendimos que puedes tener un espacio, con una técnica histórica e incluso realizarla en autoconstrucción, en un lugar donde el medio te ofrece los recursos para elaborar los cubículos. Si la sociedad globalmente aceptara o comprendiera esto, que todos podemos, somos capaces de construir nuestro hogar mínimo, si hay la intención, si se adquiere el conocimiento a partir de la historia, ¿seríamos capaces de terminar con la parte de la sociedad que vive sin techo? ¿Vivir sin deber nada a los bancos ni a nadie?

Creemos que sí, este proceso nos ha enseñado que la naturaleza y el medio siempre serán más fuertes que la humanidad y que el dinero que podamos ganar o deber.

Concluimos este trabajo expresando que la sociedad debe reconciliarse con medio, aprender de él, entenderlo y adaptarse; es necesario, y por ejemplo, en nuestro caso, para entender un sistema constructivo como el bahareque, además de lo anteriormente dicho hemos debido aprender y entender la historia de la sociedad para comprender.

El cruce de conocimientos aprendidos en distintas doctrinas nos ha ayudado a comprender un sistema constructivo, que con otro modo de aprendizaje nunca hubiéramos llegado a entender.

BIBLIOGRAFÍA

DOCUMENTOS

Arias J., Baccifava S., Bernardi M., Lencina M., Slingo A. (2011), Monografía de análisis de autores: Simón Vélez, Universidad Nacional del Rosario.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2001), Manual de construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado. Fondo para la reconstrucción y desarrollo social del eje cafetero- FOREC, Bogotá.

Hidalgo López, Oscar (1999), Manual de construcción con bambú guadua. Centro de Investigación de Bambú y Madera CIBAM, Universidad Nacional de Colombia. Estudios Técnicos Colombianos Ltda.- Editores.

Hurtado Isaza J. G., Chardon Anne-Catherine (2012), Vivienda Social y Reasentamiento, una visión crítica desde el hábitat.

Josef Farbiarz F. (2005), II Congreso Colombiano VII Seminario Internacional de Ingeniería Sísmica. Investigación experimental sobre bahareques tradicionales, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales y Sede Medellín.

Muñoz Robledo, J. F. (2012), Sistemas Constructivos- Arquitecturas de baja altura en Manizales. Universidad Nacional de Colombia.

Muñoz Robledo, J.F. (2006), Tipificación de los Sistemas Constructivos Patrimoniales de "Bahareque" en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia. Universidad Nacional del Colombia.

Prieto Ramírez, S.D., Farbiarz Farbiarz J., López Muñoz, L.F., (2006), 2º Taller internacional de capacitación, diseño y construcción de estructuras en bambú guadua: Normativa Colombiana sismoresistente de bahareque encementado: un hito mundial.

Posada Reinaldo, (1963), Apuntes sobre agrupaciones de vivienda.

Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, título- G- Estructuras de madera y estructuras de guadua (2010),

Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial.

Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica, Ediciones CRATerre, Francia.

WEBS

Bonilla, D. *Norma NSR-10, erratas y correcciones 2011* [en línea]. [Consulta: 13.11.2012].

Disponible en:
<http://ing-davirbonilla.com>

Conbam. *Construir con bambú* [en línea]. Alemania: Christoph Tönges. [Consulta: 13.11.2012]

Disponible en:
<http://www.conbam.info>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane). *Calidad de vida* [en línea]. Colombia. [Consulta: 13.11.2012]

Disponible en: <http://www.dane.gov.co>

Alcaldía de Villamaría. *Planes, programas y proyectos* [en línea]. Colombia. [Consulta: 13.11.2012]

Disponible en:
<http://www.villamaria-caldas.gov.co>

Wikipedia: La enciclopedia libre. *Mapa de los departamentos de Colombia* [en línea]. [Consulta: 13.11.2012]

Disponible en:
<http://es.wikipedia.org>

Google Maps. *Colombia* [en línea]. [Consulta 13.11.2012]

Disponible en:
<https://maps.google.es>

ENTREVISTAS

Entrevista con el Ingeniero Samuel Darío Prieto colaborador de la norma sismo resistente NSR-10.

Entrevistas para los medios de comunicación de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

VISITAS

Taller internacional sobre el Paisaje Cultural Cafetero UNESCO.

Visita de obra en bahareque encementado, La Alhambra, Manizales.

Visita técnica sobre la reparación de daños estructurales en la Catedral de Manizales a cargo de ingeniero ejecutor Samuel Darío Prieto.

Visita Casa Taller de Salamina.

Visita ciudad de Salamina, Patrimonio Nacional.

Visita técnica, patología estructural de la Catedral de Manizales.

10. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a toda la gente que conocimos en Colombia, que nos acompañó en este bonito camino para realizar este proyecto. Gracias a todos ellos por la ayuda que nos brindaron, por compartir y por su calidez.

Gracias a todo el equipo de la Alcaldía de Villamaría por el día a día.

Dar las gracias especialmente a nuestra tutora Montserrat Bosch y a Luz Stella Velásquez por orientarnos y hacer posible este proyecto; al gran equipo del IDEA que nos enseñó muchísimo y a Samuel Darío por compartir su tiempo. Y a Miguel Ángel Aguilar por su gran apoyo y conocimiento

A Jose F. y P.Santiago por enseñarnos a querer este territorio.

11. DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO EN EQUIPO

Elaboramos un documento conjunto durante nuestra estadía Colombia, sobre el que hemos ido trabajando.

Nos repartimos las partes de este proyecto en función de los apartados marcados en el índice:

Júlia: 1,2, 3.1, 3.2, 3.3, 4, 5, 6.1.1, 7, 8

Cristian: 1, 2, 3.2, 3.4, 3.5, 6.1.2, 6.1.3, 8

ANEXOS

INDICE ANEXOS

1. Anexo 1: Construcción

- 1.1 Manual de construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado
- 1.2 Proyecto Casa Santander en Bahareque Encementado, localidad Bajo Tablazo, Manizales, Colombia
- 1.3 Proyecto Ciudad Alegria, Quindío, Colombia
 - 1.3.1 Reportaje fotográfico
 - 1.3.2 Prueba de carga de una vivienda
- 1.4 Proyecto Bambusa, Quindío, Colombia
 - 1.4.1 Planos y reportaje fotográfico
 - 1.4.2 Justificación cálculo estructural

2. Anexo 2: Planos

- 2.1 División rural
- 2.2 Usos del suelo Villamaría
- 2.3 Usos del suelo en zona rural de Villamaría
- 2.4 Equipamiento urbano
- 2.5 Reserva y protección ambiental
- 2.6 Riesgo urbano
- 2.7 Propuesta 3 tipos de vivienda y vías

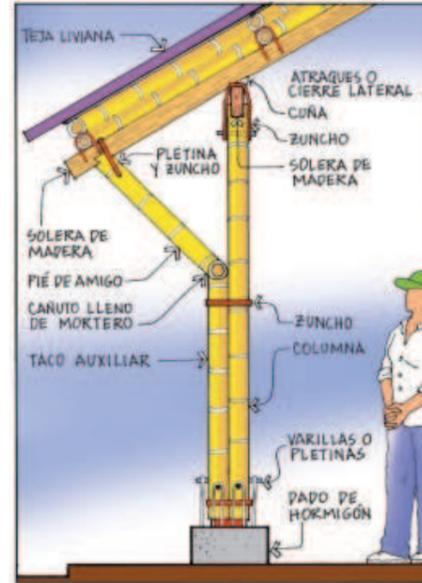
3. Anexo 3: Tercera lengua, inglés

- 3.1 Prólogo
- 3.2 Apartados 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4

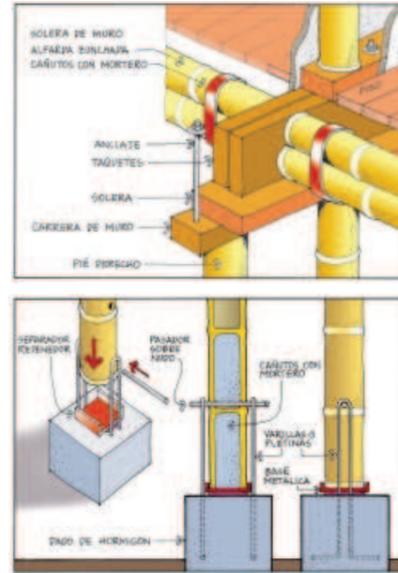
1. CONSTRUCCIÓN

1. 1 Manual de bahareque encementado

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VI VI ENDAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO



DESARROLLADO POR:



PUBLICACIÓN FINANCIADA POR:

ais ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA

LA RED
LA RED DE ESTUDIOS SOCIALES EN PREVENCIÓN DE DESASTRES EN AMÉRICA LATINA - LA RED

INTRODUCCIÓN

Las Normas Sísmicas Colombianas desde su primera expedición en 1984 incluyeron un título de requisitos mínimos para el diseño y construcción de casas de uno y dos pisos. Las nuevas Normas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 incorporaron de nuevo dichas disposiciones bajo la misma denominación de Título E, el cual fue revisado y actualizado. Este manual presenta requisitos adicionales, para el Título E de las Normas NSR-98, en relación con el diseño simplificado y construcción de casas de uno y dos pisos de bahareque en cementado de madera y guadua, que facilitarán a los profesionales de la construcción y a otras personas no expertas la aplicación de requisitos mínimos en casos de viviendas individuales.

Para el desarrollo de este manual fue necesario llevar a cabo una investigación cuidadosa, en los laboratorios de estructuras de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, bajo la orientación del Centro de Procesamiento de Información Sismológica CPIS, y se contó con el apoyo de especialistas y asistentes de investigación de la Sede Manizales de la misma universidad. El objetivo de la investigación en los laboratorios fue el analizar el comportamiento, ante cargas sísmicas, de paneles y ensambles de bahareque y de algunos tipos de conexiones, tales como anclajes de paredes a la cimentación, uniones entre paredes y conexiones con el entrepiso o la cubierta. Su contenido se elaboró con base en los informes "Comportamiento de Muros y Ensamblajes Construidos con Bahareque En cementado de Madera y Guadua" y el "Estudio sobre el Comportamiento de Conexiones con Guadua", que recogen los detalles y resultados técnicos de las investigaciones realizadas.

Este manual ha sido elaborado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS con el apoyo financiero del Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero FOREC y la Fundación COFONA. Los textos fueron desarrollados por el Arquitecto Jaime Mogollón S. La coordinación general del proyecto la llevó a cabo el Ingeniero Samuel Darío Prieto R. y las pruebas experimentales fueron coordinadas por Josef Fabianz F. del CPIS. Participaron como investigadores los Ingenieros Jorge Eduardo Hurtado G. y Hernán D. Cano con el apoyo de un selecto grupo de profesionales y auxiliares de investigación. También hicieron aportes a la realización de este manual los Ingenieros Omar Darío Cardona A. y Shirley Merlano del Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos CEDERI de la Universidad de los Andes. Las ilustraciones fueron realizadas por el Arquitecto Carlos Alberto Gómez F., Hormiga. La AIS agradece a estos profesionales y a todos los miembros de la asociación que realizaron comentarios y recomendaciones por su aporte y disposición.

Omar Darío Cardona Arboleda
Presidente
ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA

RECONOCIMIENTO

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, La Comisión Asesora del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes y El Ministerio de Desarrollo Económico de Colombia agradecen a:

LA RED

LA RED DE ESTUDIOS SOCIALES EN PREVENCIÓN DE DESASTRES EN AMÉRICA LATINA - LA RED

La publicación de 1000 ejemplares de este manual, con el fin de promover su divulgación y utilización en los países de América Latina y el Caribe, y en particular en la República de El Salvador, debido al desastre causado por los terremotos de enero y febrero de 2001.

EQUIPO DE TRABAJO:

Ing Samuel Darío Prieto R. Coordinador General
Arquitecto Jaime Mogollón S. Investigador
Ingeniero Josef Fabianz F. Investigador
Ingeniero Jorge Eduardo Hurtado G. Coinvestigador
Arquitecta María L. Marquez. Asistente de Investigación
Ingeniero Mario Felipe Silva V. Asistente de Investigación
Ingeniero Luis Felipe López M. Asistente de Investigación
Ingeniero Alejandro Amaris M. Asistente de Investigación
Carlos M. Gómez. Auxiliar de Investigación
José O. Florez D. Auxiliar de Investigación

Por su valiosa contribución en el diseño y suministro de especímenes para los ensayos de laboratorio, así como por sus aportes de experiencia, a:
Arquitecto Jaime Botero M. Taller Casa Partes, Pijao, Quindío
Arquitecta María Teresa Montes B. FORECAFE, Armenia, Quindío
Marcelo Villegas. Manizales, Caldas

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO

CAPITULO I : CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS

TERREMOTOS Y SISMO RESISTENCIA

¿Qué es un terremoto?
¿Qué es la amenaza sísmica?
¿Qué es la sismo resistencia?

LOS PRINCIPIOS DE LA SISMO RESISTENCIA

Forma regular
Bajo Peso
Mayor rigidez
Buena estabilidad
Suelo firme y buena cimentación
Estructura apropiada
Materiales competentes
Calidad de construcción
Capacidad de disipar energía
Fijación de acabados e instalaciones

ESPECIFICACIONES ESPECIALES

Juntas
Suelos Compresibles
Construcciones en Ladera

CAPITULO IV: MUROS

MUROS

Muros estructurales arriostrados
Muros estructurales no arriostrados
Muros no estructurales
Diafragmas
Longitud de muros en cada dirección
Simetría de la distribución de muros

CAPITULO V: ENTREPISOS

GENERALIDADES

Conformación
Detalles de entrepiso con viguetas de guadua sobre muros de soleras en madera

CAPITULO VI : COLUMNAS

GENERALIDADES

CAPITULO VII : CUBIERTAS

CAPITULO II : REQUISITOS GENERALES

GENERALIDADES

Definición
Constitución
Entramado
Recubrimiento

MATERIALES

Guadua

SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA

CONTINUIDAD VERTICAL
REGULARIDAD EN PLANTA
REGULARIDAD EN ALTURA

ADICIONES

JUNTAS SÍSMICAS
CUBIERTAS
CI ELORASOS
ENCHAPES

CAPITULO III : CIMENTACIONES

LIMPIEZA DEL TERRENO

SISTEMA DE CIMENTACIÓN

TERRENO PLANO
TERRENO INCLINADO
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

CAPITULO VIII : UNIONES

UNIONES

Uniones clavadas
Uniones pernadas
Uniones zunchadas
Uniones estructurales

UNIÓN ENTRE MUROS

Muros en el mismo plano
Muros en planos perpendiculares
Unión entre muros y cubierta

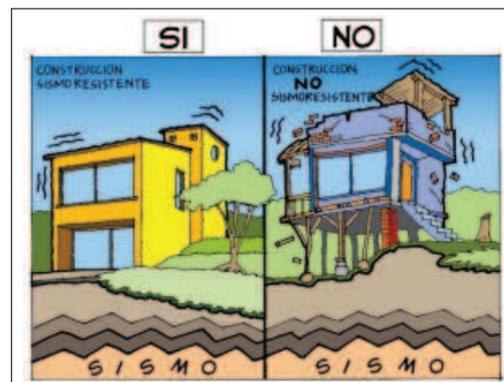
CAPITULO IX: GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO I CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS

¿Qué es la sismo resistencia?

Se dice que una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes. Aun cuando se diseña y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas de diseño y construcción sismo resistente, siempre existe la posibilidad de que se presente un terremoto aun más fuerte que los que han sido previstos y que deben ser resistidos por la edificación sin que ocurran daños. Por esta razón, no existen edificios totalmente sismo resistentes. Sin embargo, la sismo resistencia es una propiedad o capacidad que se le provee a la edificación con el fin de proteger la vida y los bienes de las personas que la ocupan. Aunque se presenten daños, en el caso de un sismo muy fuerte, una edificación sismo resistente no colapsará y contribuirá a que no haya pérdida de vidas y pérdida total de la propiedad. Una edificación no sismo resistente es vulnerable, es decir susceptible o predispuesta a dañarse en forma grave o a colapsar fácilmente en caso de terremoto. El sobre costo que significa la sismo resistencia es mínimo si la construcción se realiza correctamente y es totalmente justificado, dado que significa la seguridad de las personas en caso de terremoto y la protección su patrimonio, que en la mayoría de los casos es la misma edificación.



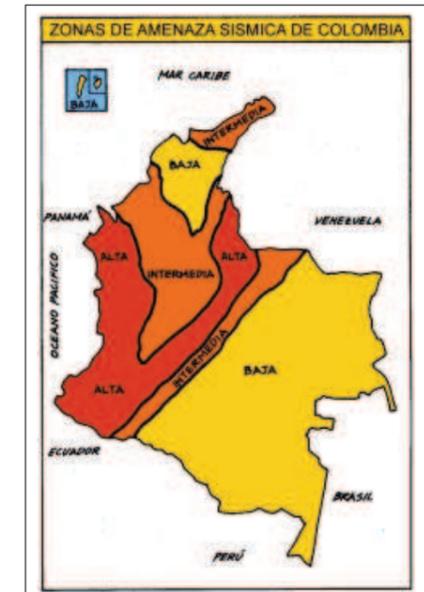
TERREMOTOS Y SISMO RESISTENCIA

♦ ¿Qué es un terremoto?

Es una vibración o movimiento ondulatorio del suelo que se presenta por la súbita liberación de energía sísmica, que se acumula dentro de la tierra debido a fuertes tensiones o presiones que ocurren en su interior. Los sismos o terremotos pueden causar grandes desastres, en especial donde no se han tomado medidas preventivas de protección, relacionadas con la sismo resistencia de las edificaciones. Los terremotos son fenómenos naturales que se presentan por el movimiento de placas tectónicas o fallas geológicas que existen en la corteza terrestre. También se producen por actividad volcánica. Colombia hace parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, que es una de las zonas del planeta en la cual se presenta una alta actividad sísmica y un mayor peligro o amenaza, es decir, una zona donde se pueden presentar terremotos con frecuencia y algunos pueden ser de intensidad notable.

♦ ¿Qué es la amenaza sísmica?

Quando existe la probabilidad de que se presenten sismos de cierta severidad en un lugar y en un tiempo determinado, se dice que existe amenaza sísmica. El peligro o amenaza sísmica varía de un lugar a otro, por eso la amenaza sísmica no es la misma en todas partes. Hay zonas de mayor amenaza sísmica, es decir, zonas o lugares donde se espera que se presenten sismos con mayor frecuencia y con mayor intensidad.



LOS PRINCIPIOS DE LA SISMO RESISTENCIA

♦ Forma regular

La geometría de la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación. Las formas complejas, irregulares o asimétricas causan un mal comportamiento cuando la edificación es sacudida por un sismo. Una geometría irregular favorece que la estructura sufra torsión o que intente girar en forma desordenada. La falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten intensas concentraciones de fuerza, que pueden ser difíciles de resistir.

♦ Bajo peso

Entre más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un terremoto. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo y, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación. Cuando la cubierta de una edificación es muy pesada, por ejemplo, ésta se moverá como un péndulo invertido causando esfuerzos tensiones muy severas en los elementos sobre los cuales está soportada.

♦ Mayor rigidez

Es deseable que la estructura se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo. Una estructura flexible o poco sólida al deformarse exageradamente favorece que se presenten daños en paredes o divisiones no estructurales, acabados arquitectónicos e instalaciones que usualmente son elementos frágiles que no soportan mayores distorsiones.

♦ Buena estabilidad

Las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Estructuras poco sólidas e inestables se pueden volcar o deslizar en caso de una cimentación deficiente. La falta de estabilidad y rigidez favorece que edificaciones vecinas se golpeen en forma perjudicial si no existe una suficiente separación entre ellas.

♦ Suelo firme y buena cimentación

La cimentación debe ser competente para transmitir con seguridad el peso de la edificación al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan

asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.

◆ Estructura apropiada

Para que una edificación soporte un terremoto su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación.

◆ Materiales competentes

Los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga a la edificación cuando se sacude. Materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de un terremoto. Muros o paredes de tapia de tierra o adobe, de ladrillo o bloque sin refuerzo, sin vigas y columnas, son muy peligrosos.

◆ Calidad en la construcción

Se deben cumplir los requisitos de calidad y resistencia de los materiales y acatar las especificaciones de diseño y

construcción. La falta de control de calidad en la construcción y la ausencia de supervisión técnica ha sido la causa de daños y colapsos de edificaciones que aparentemente cumplen con otras características o principios de la sismo resistencia. Los sismos descubren los descuidos y errores que se hayan cometido al construir.

◆ Capacidad de disipar energía

Una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz se rompe fácilmente al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y puede colapsar súbitamente.

◆ Fijación de acabados e instalaciones

Los componentes no estructurales como tabiques divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas, e instalaciones deben estar bien adheridos o conectados y no deben interaccionar con la estructura. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo.

CAPÍTULO II REQUISITOS GENERALES

GENERALIDADES

◆ Definición

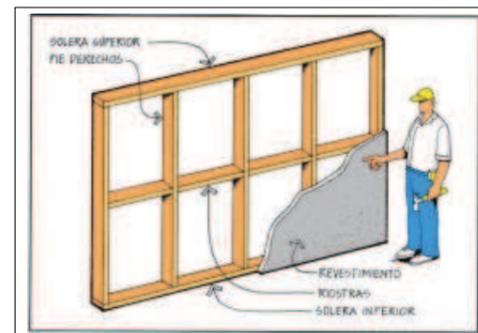
El bahareque encementado es un sistema estructural de muros que se basa en la fabricación de paredes construidas con un esqueleto de guadua, o guadua y madera, cubierto con un revoque de mortero de cemento, que puede apoyarse en esterilla de guadua, malla de alambre, o una combinación de ambos materiales.

◆ Constitución

El bahareque encementado es un sistema constituido por dos partes principales: el entramado y el recubrimiento. Ambas partes se combinan para conformar un material compuesto que trabaja a manera de emparedado.

◆ Entramado

El entramado se construye con un marco de guadua o, preferiblemente, madera aserrada, constituido por dos soleras, inferior y superior, y pie derechos, conectados entre sí con clavos o tornillos. Adicionalmente, puede contener ríostros o diagonales.



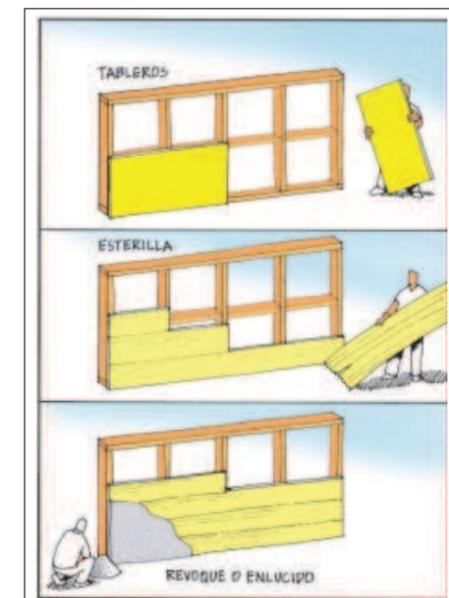
◆ Recubrimiento

El recubrimiento se fabrica con mortero de cemento aplicado sobre malla de alambre. La malla puede estar clavada directamente al entramado sobre esterilla de guadua, o sobre un entablado.

MATERIALES

◆ Guadua

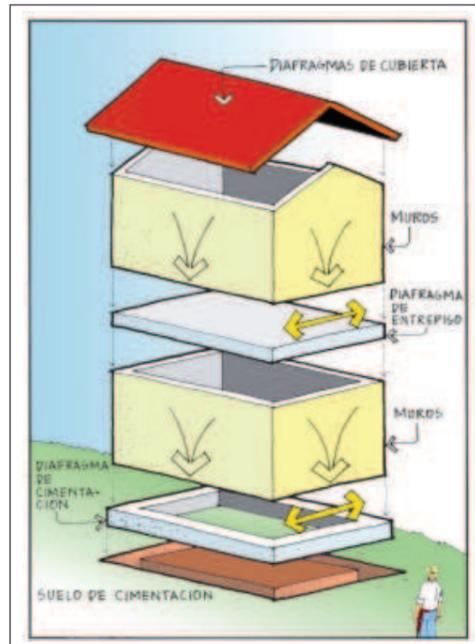
El material predominante de este sistema constructivo es la guadua, cuya mejor calidad se consigue en plantas en estado sazonado, es decir, mayores de 4 años. No puede utilizarse guadua con más del 20% de contenido de humedad ni por debajo del 10%. La guadua debe inmunizarse para evitar el ataque de 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 la edificación, pues la acción de los rayos ultravioletas produce resecaimiento, fisuración, decoloración y pérdida de brillo, y los cambios de humedad pueden causar pudrición.



SI STEMA DE RESI STENCIA SÍ SMI CA

Para garantizar un comportamiento adecuado, tanto individual como de conjunto, ante cargas verticales y horizontales, deben establecerse los siguientes mecanismos:

- (a) Un conjunto de muros estructurales, ya sean muros de carga o muros de rigidez, dispuestos de tal manera que provean suficiente resistencia ante los efectos sísmicos horizontales en las dos direcciones principales en planta. Debe tenerse en cuenta sólo la rigidez en el propio plano de cada muro. Los muros estructurales sirven para transmitir las fuerzas paralelas a su propio plano, desde el nivel donde se generan hasta la cimentación. Los muros de carga soportan, además de su propio peso, las cargas verticales debido a la cubierta y a los entrepisos, si los hay. Los muros de rigidez sólo atienden como carga vertical su propio peso.
- (b) Un sistema de diafragmas que obligue al trabajo conjunto de los muros estructurales, mediante amarres que transmitan a cada muro la fuerza lateral que deba resistir. Los elementos de amarre para la acción de diafragma se deben ubicar dentro de la cubierta y los entrepisos.

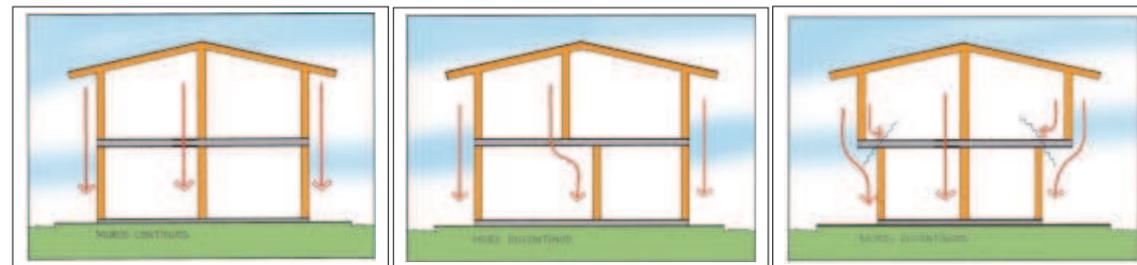
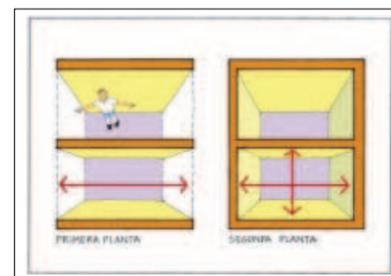


- (c) Un sistema de cimentación que transmita al suelo las cargas derivadas de la función estructural de cada muro. El sistema de cimentación debe ser adecuado, de manera que se prevengan asentamientos diferenciales inconvenientes. El conjunto de cimientos debe conformar un diafragma, para lo cual, las cimentaciones independientes deben estar amarradas entre sí.

Tanto la efectividad de los amarres en los diafragmas, como el trabajo en conjunto de muros, se ve afectado por la continuidad vertical y horizontal de los muros estructurales, y por la irregularidad de la estructura, tanto en planta como en altura.

CONTI NUI DAD VERTI CAL

Cada muro se considera estructural, si es continuo desde la cimentación hasta el diafragma superior conformado por la cubierta. A partir del diafragma en el que el muro pierda continuidad vertical en más de la mitad de su longitud horizontal, el muro deja de considerarse estructural.



REGULARI DAD EN PLANTA

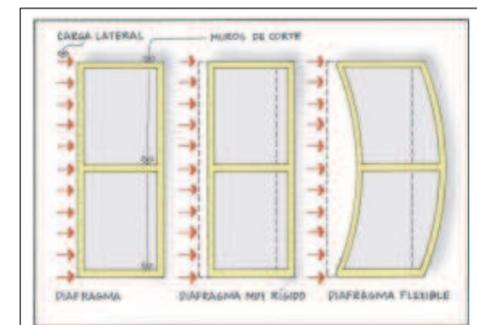
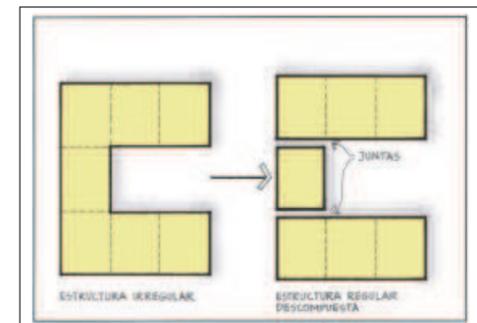
Se debe tratar de evitar la irregularidad en planta, tanto geométrica como de rigidez. Las formas irregulares pueden convertirse, por descomposición en varias formas regulares.

Las formas regulares pueden ser asimétricas en términos de rigidez, lo que se debe evitar redistribuyéndolas adecuadamente.

Dada la relativa flexibilidad de los diafragmas de madera, las plantas muy alargadas, sometidas a cargas laterales, se comportan como vigas, de manera que pueden presentarse grandes deformaciones relativas entre los puntos del diafragma apoyados sobre los muros y los puntos en el centro del diafragma, aun si la planta es simétrica.

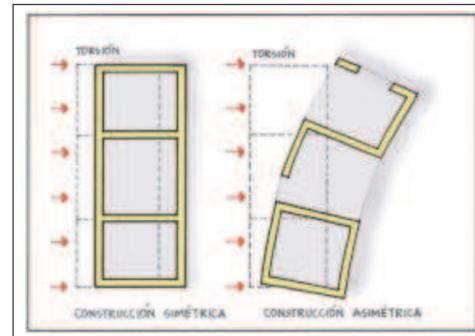
Por lo tanto, es aconsejable que los muros resistentes a las cargas laterales no estén espaciados entre sí más de dos veces su longitud.

Mientras más rígido y menos alargado sea el diafragma, las cargas se reparten más adecuadamente entre los muros, de acuerdo con su capacidad de deformación, es decir, de acuerdo con su rigidez.

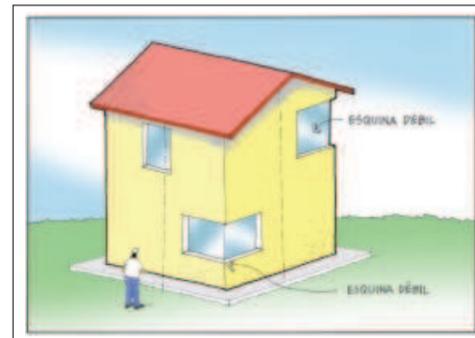


Si el diafragma es muy flexible o muy alargado, la carga se distribuye a cada muro de acuerdo con su área de influencia, sin importar su rigidez.

Quando no hay simetría en la estructura, se producen efectos de torsión sobre la estructura como un todo.

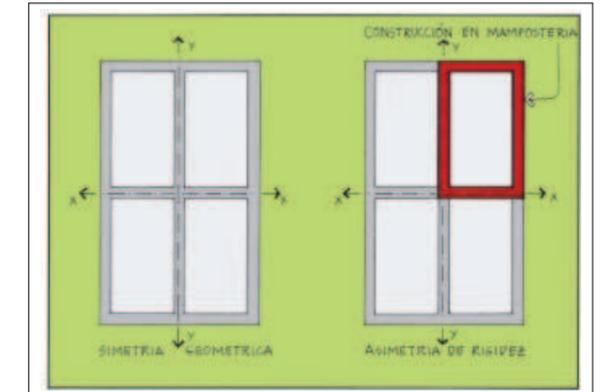


Quando muros paralelos tienen diferente configuración, ya sea por su longitud, o porque que unos contengan aberturas que otros no tienen, la planta resulta asimétrica y puede ocurrir torsión excesiva, aún cuando la geometría de la estructura, en planta, sea regular. Las ventanas colocadas en una sola esquina proveen dicha asimetría, además de constituirse en una zona débil para cargas verticales.



En estos casos, algunos elementos son más resistentes que sus pares perimetrales y el diseño puede ser ineficiente. Para minimizar estos efectos debe cambiarse la configuración de los muros o rigidizarse los muros cortos para que su rigidez sea similar a la de sus pares y la resultante de la fuerza esté cerca del centro de rigidez de la estructura en planta.

La torsión puede presentarse también en plantas simétricas, debido a una distribución irregular de la rigidez de los muros, no por las aberturas que contengan, sino por su ubicación en la estructura.

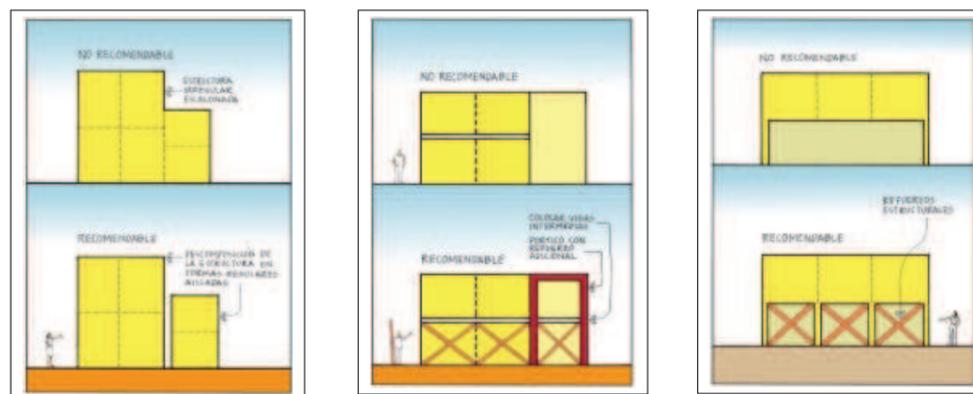


REGULARIDAD EN ALTURA

Se deben evitar las irregularidades en alzado, tanto geométricas (volúmenes escalonados), como de rigidez.

Quando la estructura tenga forma irregular en altura, puede descomponerse en formas regulares aisladas.

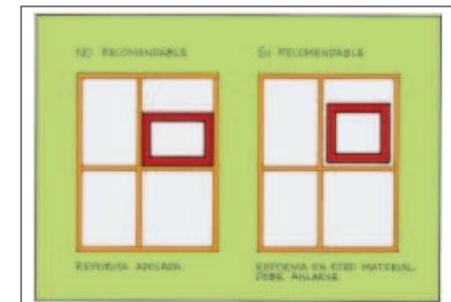
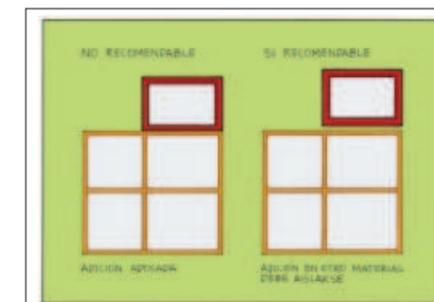
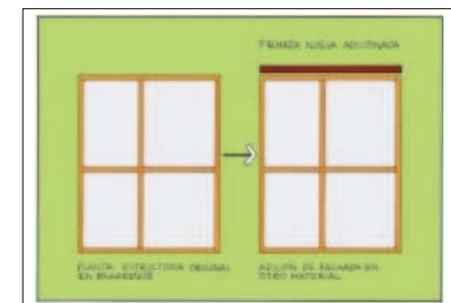
Se deben evitar zonas débiles en altura, por cambios en la rigidez o la resistencia, que producen el efecto de piso blando o piso flexible.



ADICIONES

Evitar o aislar convenientemente las adiciones exteriores o reformas interiores en materiales y sistemas constructivos diferentes al "bahareque".

Por ejemplo, es común que se cambie o modifique la fachada de una construcción de bahareque con mampostería. Así mismo, adiciones como cocinas, baños o habitaciones adicionales, suelen hacerse con mampostería. No es conveniente mezclar materiales de diferentes características de rigidez y resistencia. Por lo tanto, es recomendable que toda adición y modificación en estructuras de bahareque se construyan con este material. De lo contrario, es necesario aislar la adición o la modificación, para que trabaje independientemente de la estructura de bahareque.



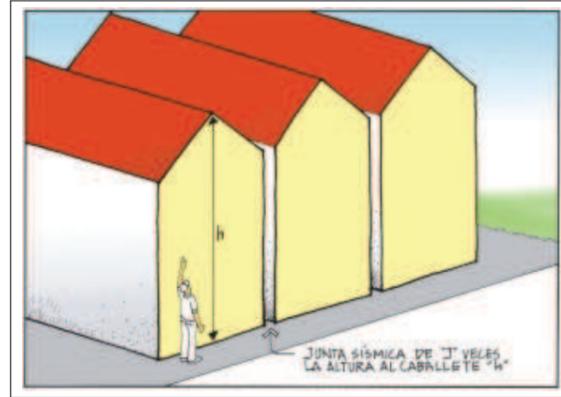
JUNTAS SÍSMICAS

Quando en conjuntos de casas seriadas medianeras, coexisten las casas de bahareque con otras de diferentes materiales, como mampostería, concreto reforzado, acero, etc., debe dejarse un espacio mínimo de j veces la altura de la edificación, medida hasta el caballete de la cubierta. El valor de j debe establecerse con base en la siguiente tabla.

Estructura	j (mm/m)
Edificación con aberturas de más del 25% de las fachadas	20
Edificación con aberturas de menos del 25% de las fachadas	15

Por ejemplo, para una edificación de un piso, con ventanas pequeñas y una sola puerta, cuya altura al caballete sea de 3,5 m, la separación debe ser de 53 mm:

$$j \times \text{altura al caballete} = 15 \frac{\text{mm}}{\text{m}} \times 3,5 \text{ m} = 52,5 \text{ mm}$$



CUBIERTAS

Quando se utilicen las cubiertas de teja de barro, se debe evitar su contacto directo con la guadua, porque transmiten la humedad por capilaridad, provocando su pudrición.

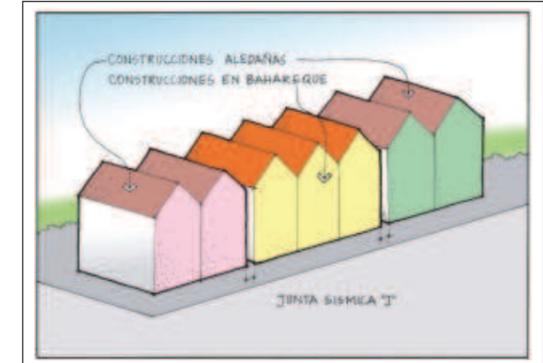
CIELORASOS

Los cielorasos deben permitir la ventilación de cubiertas y entrepisos.

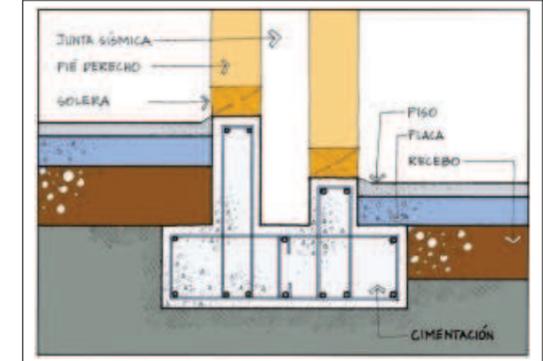
ENCHAPES

Evitar los enchapes pesados en fachadas. En baños, se debe enchapar completamente la zona húmeda, para lo cual se recomienda colocar el enchape pegado con mortero sobre malla clavada directamente contra la guadua, sin usar estirilla. Todo enchape de fachada debe estar adecuadamente fijado para evitar que se desprenda durante los sismos.

La junta sísmica debe hacerse también entre unidades de bahareque, construidas independientemente, o entre grupos de edificaciones medianeras que excedan en longitud tres veces su anchura.



Así mismo, las edificaciones separadas por junta sísmica pueden compartir cimentaciones, pero deben separarse desde el nivel del sobrecimiento de manera que actúen independientemente. La separación puede hacerse de manera similar a como se muestra en la figura, sólo que el sistema de sobrecimientos puede hacerse con concreto o con mampostería reforzada.



CAPÍTULO III CIMENTACIONES

LI M P I E Z A D E L T E R R E N O

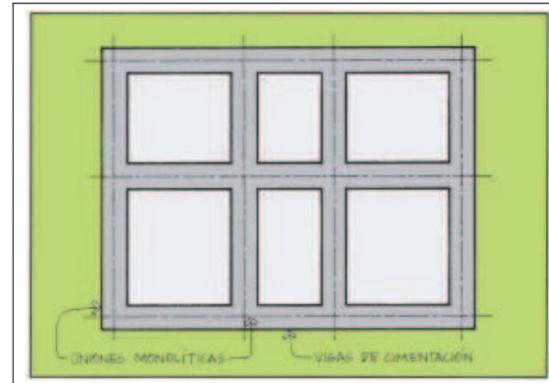
El terreno debe limpiarse de todo material orgánico y deben realizarse los drenajes necesarios para asegurar una mínima incidencia de la humedad.

S I S T E M A D E C I M E N T A C I Ó N

El sistema debe estar compuesto por una malla de vigas que configuren anillos aproximadamente rectangulares en planta, y que asegure la transición de las cargas de la súper estructura en forma integral y equilibrada.

Las intersecciones de las vigas de cimentación deben ser monolíticas y continuas.

Las vigas de cimentación deben tener refuerzo longitudinal positivo y negativo y estribos de confinamiento en toda su longitud. Las dimensiones y el refuerzo de los cimientos deben ajustarse a los mínimos que se presentan en la siguiente Tabla:



Refuerzo mínimo de cimentaciones

	UN PISO	DOS PISOS	Calidad
Anchura	300 mm	300 mm	$f'c = 17,25 \text{ Mpa} = 172.5 \text{ kg/cm}^2$
Altura	300 mm	300 mm	$f'c = 17,25 \text{ Mpa} = 172.5 \text{ kg/cm}^2$
Acero longitudinal	4 No. 3	4 No. 4	$f_y = 235 \text{ Mpa} = 2350 \text{ kg/cm}^2$
Estribos	No. 2 a 200 mm	No. 2 a 200 mm	$f_y = 235 \text{ Mpa} = 2350 \text{ kg/cm}^2$
Bastones	No. 3*	No. 4*	$f_y = 235 \text{ Mpa} = 2350 \text{ kg/cm}^2$

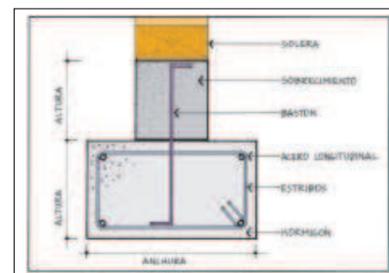
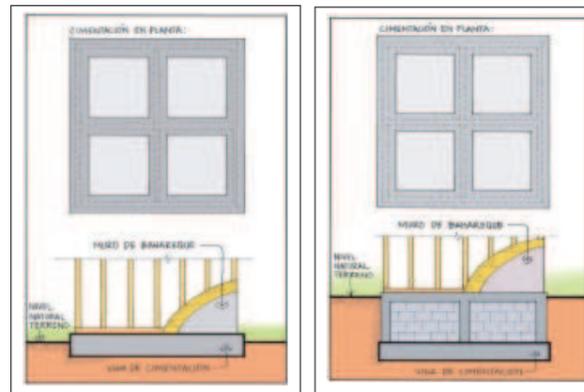
*. Los bastones deben colocarse en los extremos de cada muro, en las intersecciones con otros muros, y en lugares intermedios, a distancias no mayores que 35 veces el espesor efectivo del muro o 4 m, lo que sea menor, anclados a la viga de cimentación con una profundidad no inferior a la mitad de su altura. Si entre la cimentación y el bahareque hay una sobrecimentación de mampostería o concreto, los bastones deben estar embebidos en ésta, por lo menos con una longitud de 300 mm.

La base de los muros de primer piso debe protegerse de la humedad con un zócalo en concreto o ladrillo.

T E R R E N O P L A N O

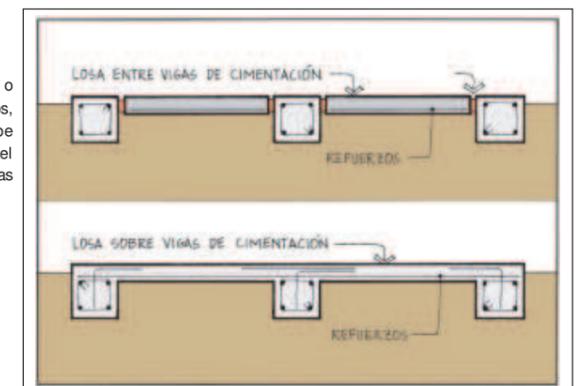
En terreno plano, sobre la malla de vigas de cimentación a nivel puede iniciarse directamente la construcción de los muros de bahareque, si se garantiza que el bahareque no está en contacto directo con el suelo.

Si el nivel del suelo firme hace necesario que las vigas de cimentación estén a una profundidad en la que el bahareque quedaría en contacto directo con el suelo, debe construirse sobre ellas un sobrecimiento que puede hacerse en mampostería confinada o en concreto.



El sobrecimiento debe anclarse debidamente a la cimentación mediante barras de refuerzo.

La losa de piso puede construirse entre las vigas de cimentación o sobre éstas (o entre los muros del sobrecimiento o sobre éstos, cuando es necesario construirlos). En el primer caso, la losa debe aislarse de la estructura de cimentación, mientras que en el segundo caso, debe conectarse con bastones de acero, con las mismas especificaciones dadas en la tabla anterior.



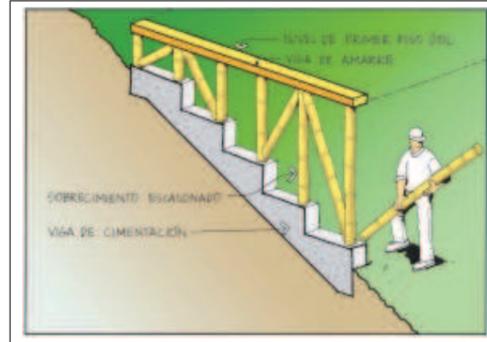
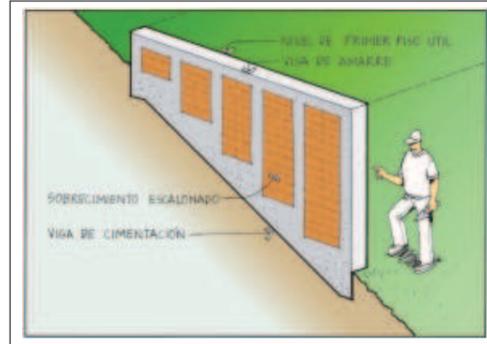
TERRENO INCLINADO

Quando el terreno es inclinado y su pendiente es mayor que el 5%, debe construirse un sistema de cimentación que siga la inclinación del terreno.

De tal manera, el sobrecimiento habrá de construirse con sistemas de muros estructurales con altura constante en los muros paralelos a las curvas de nivel y una altura variable o "escalonada" en los muros perpendiculares a las curvas de nivel.

La retícula de muros nace sobre las vigas de cimentación y llega hasta el nivel del primer piso útil. Los muros pueden fabricarse con mampostería confinada o con mampostería reforzada, siguiendo las requerimientos del Título D o del Capítulo 2 del Título E de las Normas NSR-98. Sobre los muros se vacía una viga de amarre. De allí en adelante, la losa tiene un detallado similar al expuesto para terreno plano.

La viga de amarre debe tener al menos cuatro barras longitudinales No 3 (3/8") ó 10 M (10 mm), dos arriba y dos abajo y estribos de barra No 2 (1/4") ó 6 M (6 mm), espaciados cada 200 mm. En las esquinas deben evitarse los dobleces en ángulo recto de la armadura a más de 50 mm de la cara exterior. La resistencia del acero no debe ser menor de 240 Mpa (2400 kg/cm²). Puede usarse acero de mayor resistencia y el diámetro de las barras puede modificarse manteniendo constante el producto del área de la barra por su resistencia. El concreto especificado para las vigas de amarre debe tener una resistencia igual o mayor que 17.5 Mpa (175 kg/cm²).



INSTALACIONES HIDROSANITARIAS.

Las instalaciones hidrosanitarias no deben atravesar los elementos estructurales de cimentación. Para ello, las tuberías pueden pasarse por debajo de la cimentación, si es factible, o a través de los muros de sobrecimiento, impermeabilizando adecuadamente los puntos de paso.

Quando no exista otra alternativa que atravesar un elemento estructural con una tubería, debe cumplirse con las siguientes condiciones:

- El diámetro del tubo que atraviesa no debe ser mayor de 150 mm.
- El tubo se debe ubicar en el tercio central del elemento de concreto reforzado.
- Las perforaciones en los elementos de cimentación no pueden tener alturas mayores de 150 mm ni longitudes mayores de 300 mm.
- Para tuberías que exijan aberturas mayores que el 50% de la altura proyectada para el elemento, ésta debe modificarse de manera que la abertura no exceda este límite en la altura del elemento modificado.
- En perforaciones de altura superior o longitud superior a 150 mm, se deben colocar dos estribos adicionales a cada lado de la perforación a 50 mm de

la misma y espaciados de 100 mm uno de otro. No se requiere colocar refuerzo longitudinal adicional.

Se pueden perforar las vigas de amarre con tuberías de diámetro menor o igual a 60 mm sin requisitos especiales.

Quando las instalaciones hidrosanitarias se ubiquen por debajo del sistema de cimentación, la distancia vertical entre el fondo de la malla y el borde superior de la tubería debe ser mayor de 100 mm.

En la elaboración del concreto ciclópeo puede utilizarse agregado pétreo con un tamaño máximo igual a la mitad del ancho de la sección del ciclópeo, pero no mayor que 250 mm. El concreto que conforma la matriz del ciclópeo debe ser de las mismas características del concreto de la viga de corona.

ESPECIFICACIONES ESPECIALES

♦ Juntas

El estudio geotécnico debe indicar la localización de las juntas en la cimentación. En ausencia de estudio geotécnico, las juntas entre casas deben hacerse a distancias no mayores de 30 m. La separación neta de la junta no debe ser inferior a 25 mm por cada piso de construcción,

♦ Suelos Compresibles

Quando los suelos sean excesivamente compresibles, de capacidad inferior a la establecida en la sección E.5.1.4 (d) de las Normas NSR-98, se puede utilizar alguna de las propuestas del Título E, si previamente se ha realizado una plataforma de suelo mejorado, compactada mecánicamente, mínimo en 3 capas de 100 mm a una densidad Proctor del 90%.

♦ Construcciones en Ladera

Quando los desniveles entre el suelo y el espacio de la vivienda exijan sistemas de contención, estos se deben diseñar atendiendo

las disposiciones del Título H de las Normas NSR-98 y disponiendo los elementos adicionales requeridos para resistir las cargas laterales allí especificadas.

Para pendientes superiores al 20% debe garantizarse la estabilidad en la cimentación, empleando procedimientos tales como pilares en concreto ciclópeo de sección circular, dispuestos en las esquinas del borde inferior de ladera, a distancias menores de 5 m entre centros y anclados no menos de 1 m en el suelo natural. La esquina de la malla de cimentación correspondiente a cada pilar se debe anclar mediante 4 barras del No. 4 (1/2") o 12 (12mm) formando una canastilla de 150 mm x 150 mm que debe penetrar en el pilar al menos 500 mm y anclarse en los elementos de la malla de cimentación.

CAPÍTULO IV MUROS

MUROS

Los muros de una casa de uno o dos pisos de bahareque encementado dentro del alcance del presente Manual, se clasifican en tres tipos.

◆ Muros estructurales arriostrados

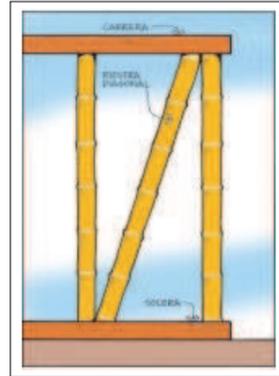
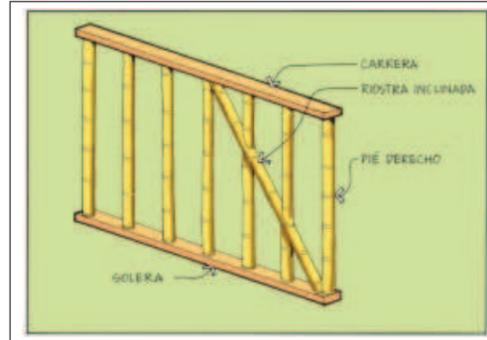
Son los compuestos por solera inferior, solera superior o carrera, pie derecho, elementos arriostradores inclinados y recubrimiento con base en mortero de cemento, con o sin esterilla de guadua, colocado sobre malla de alambre.

Además de recibir cargas verticales, resisten fuerzas horizontales de sismo o viento. Las esquinas de la casa y los extremos de cada muro deben estar constituidos por muros estructurales arriostrados, en ambas direcciones.

Los muros estructurales deben tener continuidad desde la cimentación.

◆ Muros estructurales no arriostrados

Compuestos por solera inferior, solera superior o carrera, pie derecho y recubrimiento con base en mortero de cemento, con o sin esterilla de guadua, colocado sobre malla de alambre. Carecen de elementos inclinados de arriostramiento.



Deben utilizarse para recibir solamente cargas verticales. Se recomiendan en dos direcciones no esquineros, y son los que se deben usar para situar puertas y ventanas.

Tanto los muros cargueros arriostrados como los no arriostrados deben construirse coincidiendo con la malla de vigas de cimentación.

Los muros estructurales deben tener continuidad desde la cimentación.

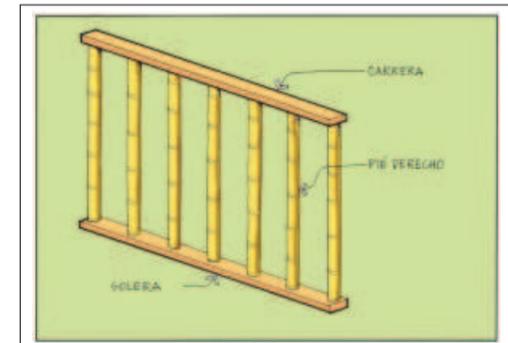
◆ Muros No Estructurales

Los muros que no deben soportar otra carga que su propio peso se conocen con el nombre de muros no estructurales. No tienen otra función que la de separar espacios dentro de la vivienda. Los muros no estructurales interiores deben vincularse con los muros perpendiculares a su plano y con los diafragmas.

Conformación

Los muros de bahareque encementado se conforman con un entramado de guaduas y/o madera compuesto por elementos horizontales llamados soleras (la solera superior también se llama carrera), elementos verticales llamados pie derechos, y recubrimiento de mortero de cemento.

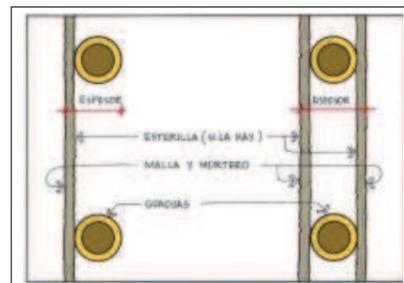
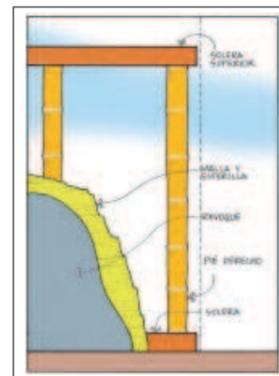
El recubrimiento de mortero se aplica sobre una malla de alambre delgado (como malla de pollo o malla cuadrada) o sobre malla de lámina expandida como la que se utiliza para revoques.



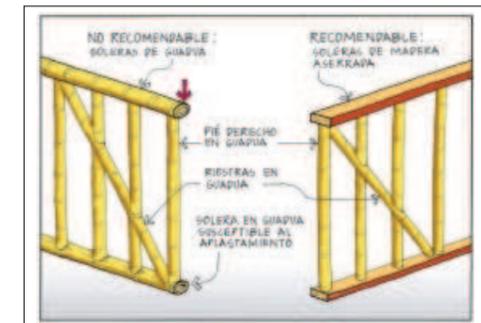
La malla se puede clavar directamente sobre las guaduas o sobre esterilla de guadua que, a su vez, se clava contra las guaduas.

El espesor de los muros estructurales recubiertos por dos lados se calculará con base en el diámetro promedio de las guaduas que lo conforman más el espesor de los recubrimientos de cada lado, constituidos por la esterilla (si la hay), la malla de alambre y la primer capa de mortero en la que se embebe la malla, antes de la capa de acabado.

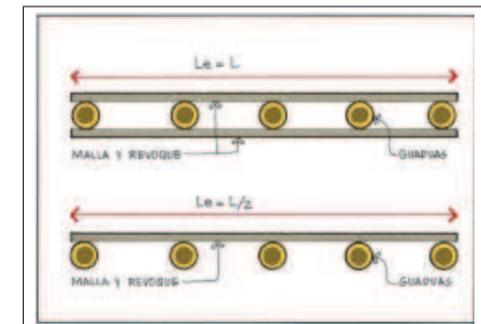
Para muros con recubrimiento por sólo un lado, se calculará de manera similar, pero con un solo recubrimiento.



Las soleras tendrán un ancho mínimo igual al diámetro de las guaduas usadas como pie derecho. Se recomienda construir las soleras, inferior y superior de cada muro en madera aserrada, ya que sus uniones permiten mayor rigidez y son menos susceptibles al aplastamiento que los elementos de guadua.



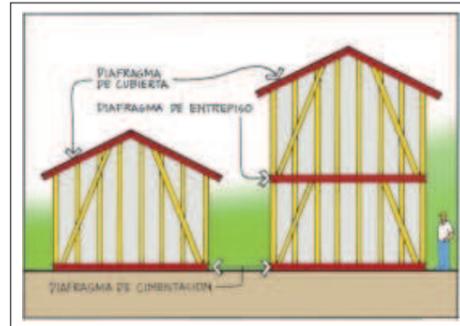
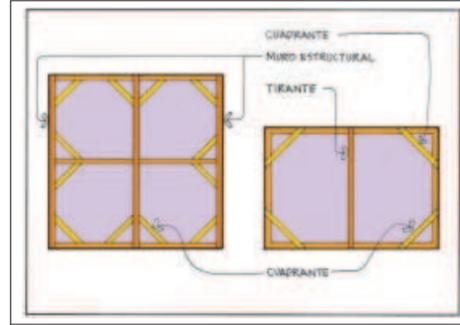
En lo posible, los muros de bahareque encementado deben tener recubrimiento por ambos lados. Si no es posible, la longitud efectiva del muro con recubrimiento por un solo lado debe considerarse como la mitad de la longitud total real del muro.



♦ Diafragmas

Las soleras deben conformar conjuntamente con los entrepisos y las estructuras de la cubierta un diafragma que traslade las cargas horizontales a los muros estructurales. Debe tenerse especial cuidado en las uniones o vínculos entre los muros y los diafragmas (ver Capítulo 8 - Uniones).

Para garantizar el efecto de diafragma, sobre los muros, en el nivel de solera superior, deben colocarse tirantes y cuadrantes que aseguren el trabajo de los muros estructurales como un sistema íntegro. Los cuadrantes bastan cuando los espacios rectangulares entre muros no superan relaciones de 1:1,5 entre lado menor y lado mayor; para relaciones mayores, debe ponerse tirantes que dividan los espacios rectangulares en espacios con relaciones menores de 1:1,5.



Los diafragmas deben existir en los niveles de entrepisos y de cubierta.

♦ Longitud de muros en cada dirección

Para repartir en forma uniforme la capacidad para resistir las fuerzas sísmicas, los muros estructurales que se dispongan en cada una de las direcciones principales deben cumplir con las siguientes condiciones.

Longitud Mínima:

La longitud de muros en cada dirección debe satisfacer la siguiente ecuación:

$$L_i \geq 0.17A_p$$

donde:

L_i : Longitud total de muros continuos, sin aberturas, en la dirección i .

A_p : Área de la cubierta, para viviendas de un piso, y el área del entrepiso o el área de la cubierta, para cada nivel en viviendas de dos pisos.



Rectángulo menor que contiene el área de cubierta o entrepiso

♦ Simetría de la distribución de los muros:

Los muros deben estar distribuidos de manera aproximadamente simétrica. Por lo tanto, debe cumplirse con la siguiente relación:

$$\left[\frac{\sum (L_{mi} b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right] \leq 0.15 B$$

donde:

L_{mi} : Longitud de cada muro en la dirección i .

b : La distancia perpendicular desde cada muro, en la dirección i , hasta un extremo del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso.

B : El lado, perpendicular al muro, del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso.

CAPÍTULO V ENTREPISOS

GENERALIDADES

El entrepiso debe soportar las cargas verticales establecidas en el Título B de las Normas NSR-98. Debe poseer suficiente rigidez en su propio plano para garantizar su trabajo como diafragma.

El entrepiso no debe fabricarse con una losa de concreto, sino que debe consistir en:

- Largueros, viguetas o alfaridas que soportan el recubrimiento o piso.
- El recubrimiento que debe resistir la fuerza cortante y que puede hacerse de esterilla de guadua, alambrión y mortero de cemento, malla expandida, alambrión y mortero de cemento, o de tablas de madera.
- Las soleras o carreras, que enmarcan el diafragma y forman parte del sistema de resistencia en su plano.

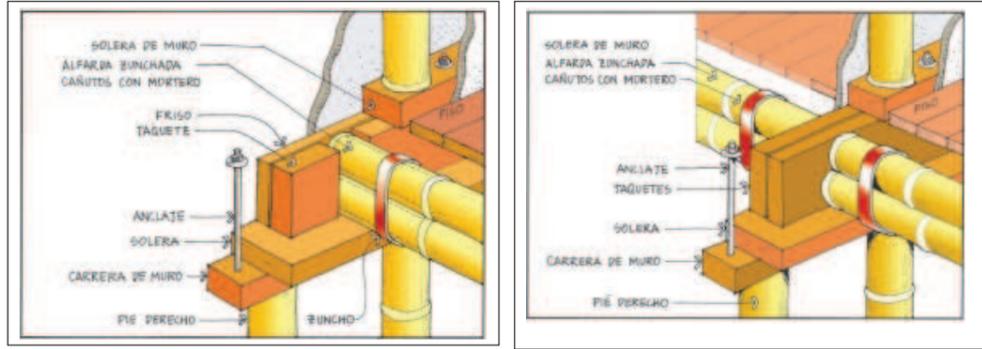
Como se señala en el Capítulo 4, los entrepisos deben formar un diafragma que trabaje como un conjunto. Para ello, los elementos del entrepiso deben estar debidamente vinculados para asegurar el trabajo del conjunto. Sin embargo, no es necesario que el entrepiso funcione como un diafragma rígido.

♦ Conformación

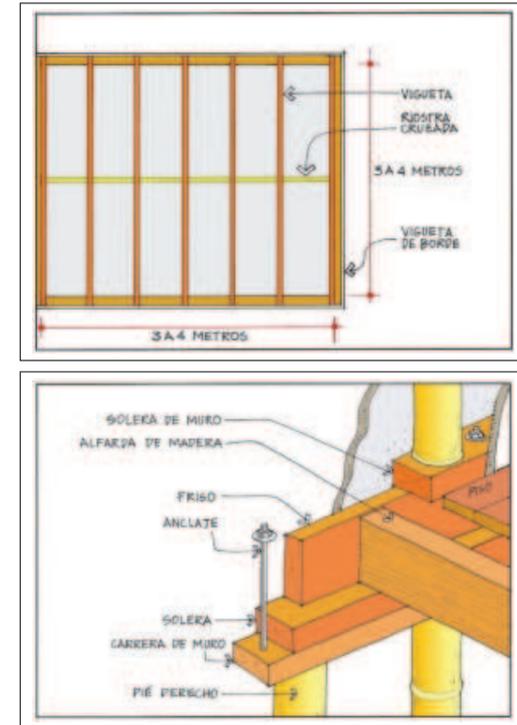
En la construcción con bahareque encementado, se sugiere que el entrepiso o, por lo menos las soleras o carreras, se construyan con madera densa. Sin embargo, en el caso de construir la estructura de entrepiso en guadua, deben colocarse guaduas dobles, una encima de la otra, zunchadas entre sí, haciendo de largueras a distancias, centro a centro entre 30 y 40 cm. Debe colocarse, como friso de borde, una vigueta de madera de sección vertical equivalente a la altura de las dos guaduas que constituyen los largueros y secciones de vigueta entre cada par de guaduas; de tal manera que se reduzca el riesgo de aplastamiento de las guaduas. Los cañutos donde se apoyan las guaduas y los que entran en contacto con los muros deben llenarse con mortero de cemento.

Como recubrimiento de piso puede usarse un mortero de cemento reforzado con malla electro soldada D50 o equivalente, es decir, que aporte alrededor de 0,5 cm² de área de acero, por metro lineal de malla. Sobre el mortero mineral se deben colocar acabados livianos como colorantes integrados, pinturas o baldosas de vinilo. No debe utilizarse baldosas de cemento u otros pisos pesados y rígidos.

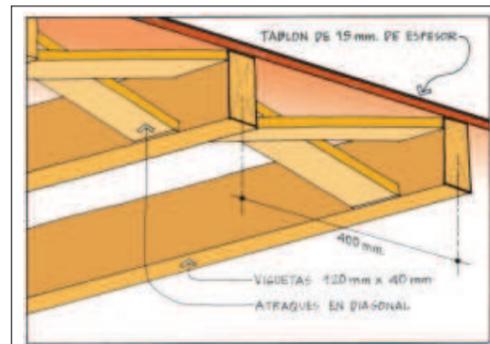
◆ Detalles de entrepiso con viguetas de guadua sobre muros de soleras en madera



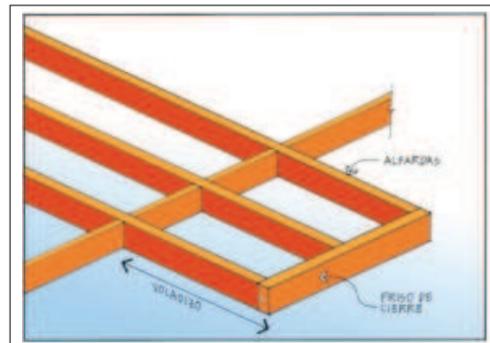
Si el entrepiso se construye con madera aserrada, los largueros deben ser mínimo de sección transversal de 12 cm x 4 cm, para luces máximas de 4 m, separados máximo a 40 cm (centro a centro). El recubrimiento puede ser de listones o tabloncillos de madera de 15 mm de espesor mínimo.



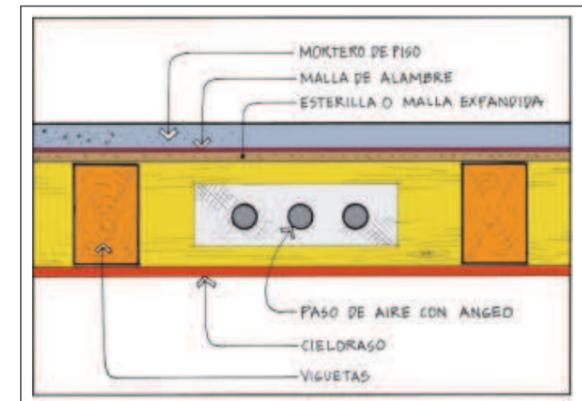
Se requieren atraques intermedios para evitar la flexión de los largueros en su mismo plano.



Los voladizos deben construirse con elementos continuos, de madera o guadua.



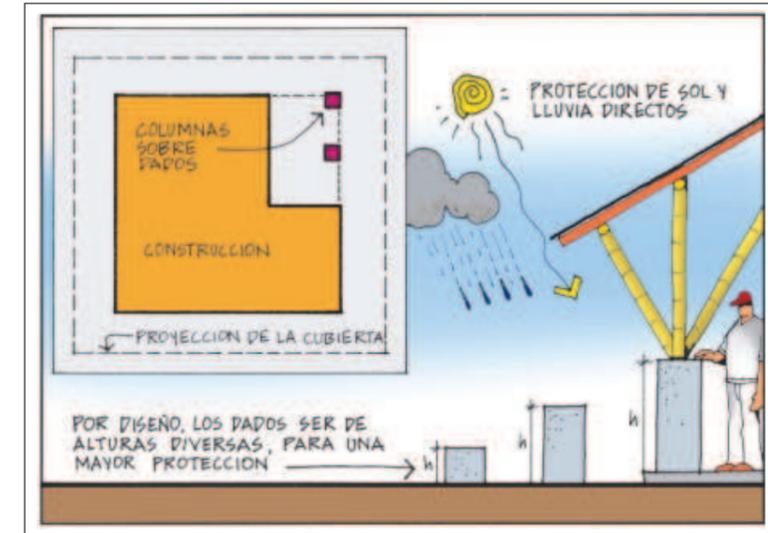
Si se construye cielo raso debajo de la estructura de entrepiso, debe facilitarse una corriente de aire en los espacios interiores.



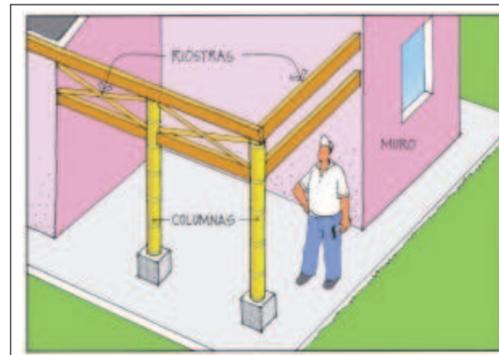
CAPÍTULO VI COLUMNAS

GENERALIDADES

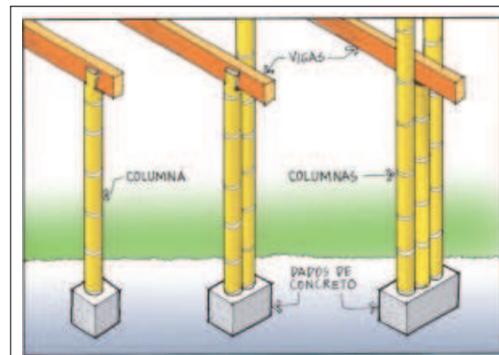
Deben diseñarse para cargas verticales u oblicuas. Pueden construirse en guadua, evitando la acción directa del sol y del agua. Necesariamente deben aislarse del piso por medio de un dado y una unión.



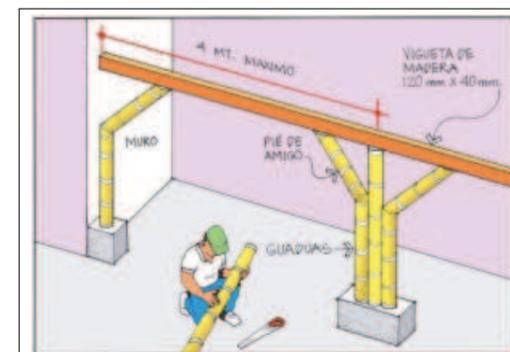
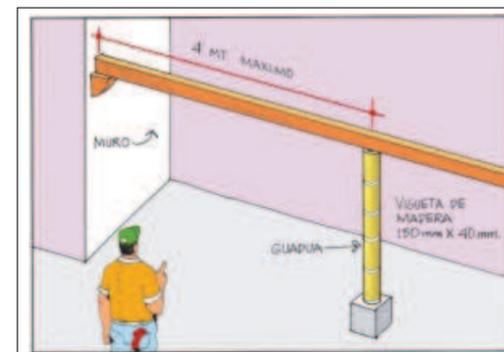
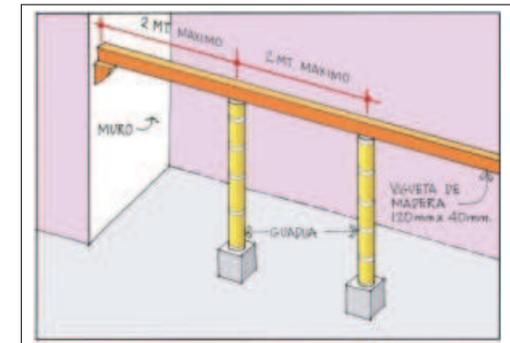
Las columnas de guadua deben estar debidamente vinculadas a las partes de obra que le son correspondientes, base-columna, columna-superficie de muro, columna-cubierta.



Las columnas deben arriostrarse entre sí y con los muros estructurales vecinos.



Dependiendo de las cargas, luces y proporciones de la edificación, pueden conformarse columnas con una, dos o más guaduas.



CAPÍTULO VII CUBIERTAS

CUBIERTAS

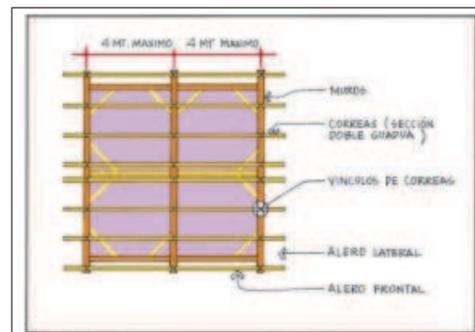
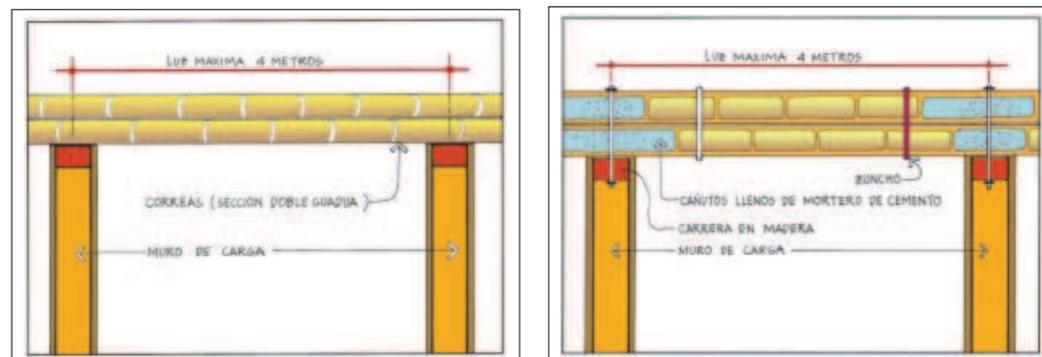
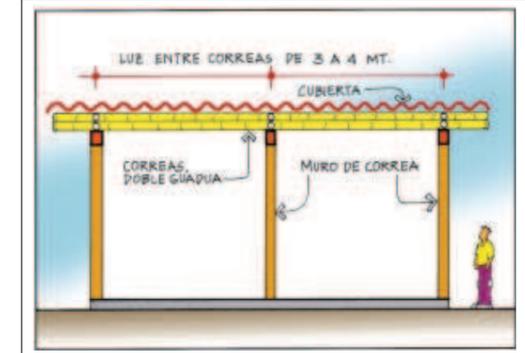
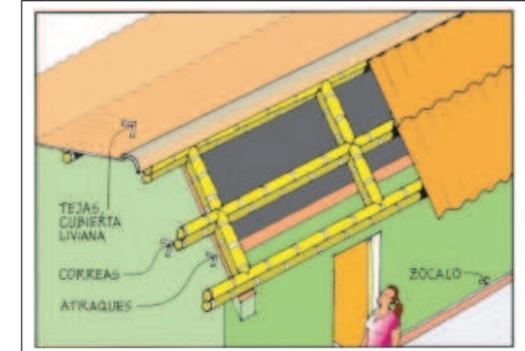
Los elementos portantes de la cubierta deben conformar un conjunto estable para cargas laterales, para lo cual tendrán los anclajes y arriostros requeridos.

Las correas o los elementos que transmitan las cargas de cubierta a los muros estructurales de carga, deben diseñarse para que puedan transferir las cargas tanto verticales como horizontales y deben anclarse en la carrera o solera superior que sirve de amarre de los muros estructurales.

Las correas pueden construirse en madera aserrada o guadua.

Quando las correas se construyen en guadua, los cantos en contacto directo con el muro deben rellenarse de mortero de cemento fluido.

Quando se utilicen cubiertas de teja de barro, debe evitarse su contacto directo con la guadua, mediante un aislamiento impermeable, pues estas transmiten la humedad por capilaridad provocando pudrición de las correas.



CAPÍTULO VIII UNIONES

UNIONES

Todos los miembros y elementos estructurales deberán estar anclados, arriostros, empalmados e instalados de tal forma que garanticen la resistencia y fluidez necesarias para resistir las cargas y transmitir las con seguridad.

El presente capítulo enumera algunas uniones entre elementos constitutivos del sistema constructivo con guadua y madera. Estas uniones han sido experimentadas con clavos, pernos, varillas y pletinas. Otras diferentes pueden utilizarse, siempre y cuando se pueda garantizar la rigidez diseñada.

◆ Uniones clavadas

Las uniones clavadas se reservan para esfuerzos muy bajos entre elementos de madera aserrada y guadua, como por ejemplo de piedercho a solera en muro. No se recomiendan, expresamente, para la unión de dos o más elementos rollizos de guadua. La penetración y el impacto de los clavos producen fisuración de la guadua debido a la preponderancia de fibras longitudinales. Las uniones clavadas deben usarse solamente para ajuste temporal del sistema durante el armado y no deben tenerse en cuenta como conexiones resistentes entre elementos estructurales.

◆ Uniones pernadas

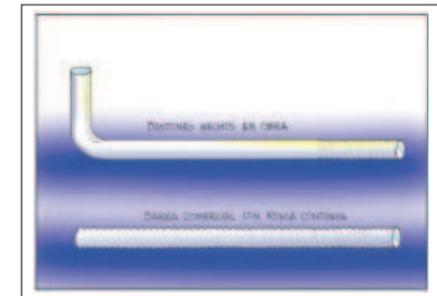
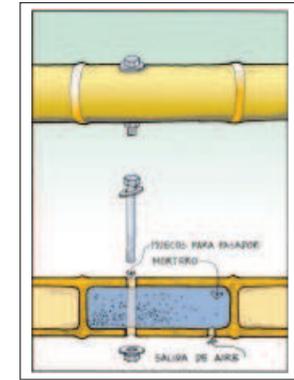
Quando sea necesario perforar la guadua para introducirle pernos, debe usarse taladro de alta velocidad y evitar impactos.

Todos los cañutos a través de los cuales se atraviesen pernos o barras deben rellenarse con mortero de cemento.

El mortero debe ser lo suficientemente fluido para penetrar completamente dentro del cañuto. Puede prepararse el mortero de relleno, por volumen, utilizando una relación 1 a 0,5 entre el cemento y el agua y sin exceder la relación 4 a 1 entre el agregado fino y el cemento.

Para vaciar el mortero se perfora la guadua con taladro y se coloca con un embudo o con una pequeña bomba casera.

Los pernos pueden fabricarse con barras de refuerzo roscadas en obra o con barras comerciales de rosca continua.



◆ Uniones zunchadas

Las uniones zunchadas pueden utilizarse para fabricar conexiones articuladas. Para conexiones que deban resistir tracción, la pletina debe diseñarse para garantizar que no es el vínculo débil de la unión. La unión no debe trabajar, en total, con más de 10 kN (1000 kg) de esfuerzo de tracción.

◆ Uniones estructurales

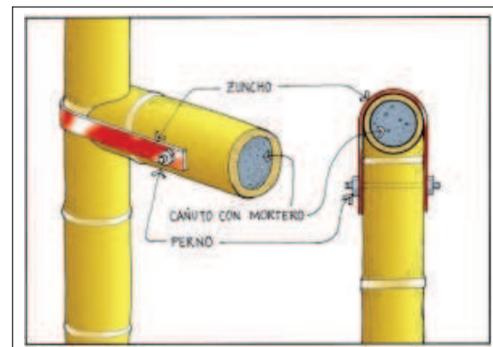
Una vez se fabrica el bahareque, el material compuesto no depende de la resistencia de las uniones de las guadas, sino de su rigidez. De tal manera, las uniones entre los elementos de guadua dentro de los muros de bahareque resultan secundarias y pueden ser simplemente clavadas entre sí.

Sin embargo, las uniones entre elementos de bahareque y entre componentes de bahareque con la cimentación y con la cubierta deben cumplir funciones estructurales, tanto de rigidez como de resistencia.

Las uniones entre componentes se clasifican en:

Unión Cimiento- Muro

Los muros deben estar conectados efectivamente con la cimentación, sea directamente con las vigas de cimentación o con los sobrecimientos. Los muros de bahareque encementado



pueden fabricarse utilizando solamente elementos de guadua o combinando madera aserrada con elementos de guadua. De hecho, como se ve en el Capítulo 4, se recomienda que las soleras de los muros sean de madera aserrada.

Unión con soleras de madera aserrada

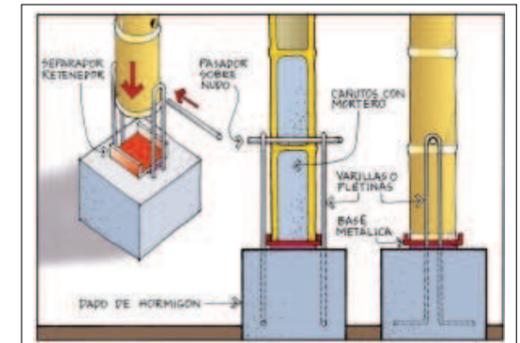
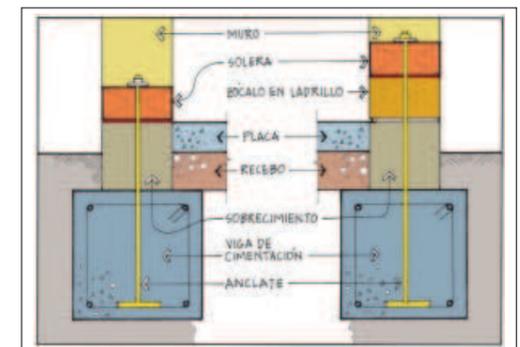
Quando se utiliza madera aserrada para las soleras, la conexión con los cimientos o los sobrecimientos se realiza con barras roscadas que atraviesan las soleras y se anclan con tuercas y arandelas. La madera debe separarse del concreto o de la mampostería con papel impermeable u otro material similar.

Unión con soleras de guadua

Para muros fabricados sólo con elementos de guadua, los muros deben conectarse a los cimientos utilizando los elementos verticales, tal como se haría para conectar columnas de guadua.

La guadua no debe estar en contacto directo con el suelo, la mampostería o el concreto. De tal manera, la guadua se apoya sobre un separador de metal u otro material impermeable.

Las fuerzas de compresión se transmiten a través del separador, por lo que debe apoyarse en forma continua contra la cimentación. Las fuerzas de tracción se transmiten a través de conexiones pernadas. Un perno atraviesa el primer o el segundo cañuto de la guadua. El cañuto atravesado y cualquier cañuto por debajo de éste, deben rellenarse con mortero. El



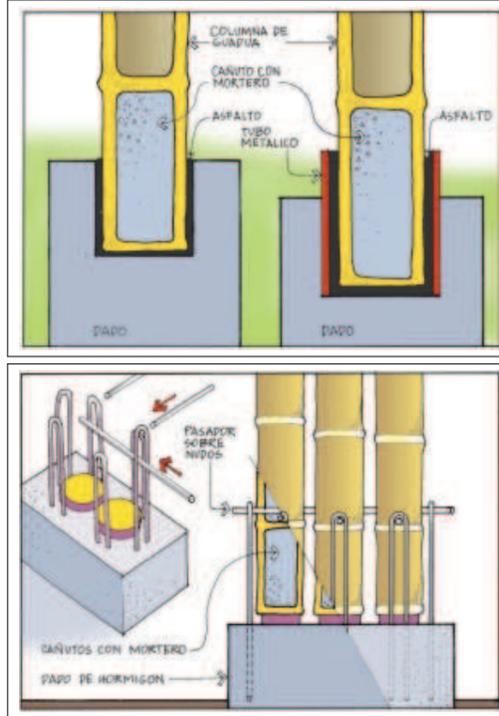
añuto debe tener un nudo en su extremo inferior. El perno se ancla al cimiento a través de pletinas o barras con ojales, o barras dobladas. Esta conexión resiste tracción. No es apropiada para resistir momento. Por lo tanto, no es necesario atravesar pernos en ambas direcciones.

El separador debe actuar como elemento resistente a corte, es decir, como tope para el movimiento horizontal entre el muro y el cimiento. Para ello, el separador debe abrazar el elemento de guadua. Debe existir un separador-retenedor por lo menos cada 4 m, o en las esquinas de muros, o en los bordes de aberturas para puertas. El separador-retenedor debe ser una pletina de acero con, por lo menos, 3,2 mm de espesor y la misma anchura de la guadua que retiene.

Un separador más eficiente y para cortar es un tubo dentro del cual se empotra la guadua. EL tubo, a su vez, está empotrado en el concreto del cimiento.

Cuando no se requiere que la conexión resista tracción ni cortante, la guadua puede empotrarse en el concreto, y separarse de éste mediante una membrana bituminosa, como breña o asfalto.

Las conexiones con los cimientos descritas hasta a este momento sirven también para anclar columnas formadas con más de una guadua.



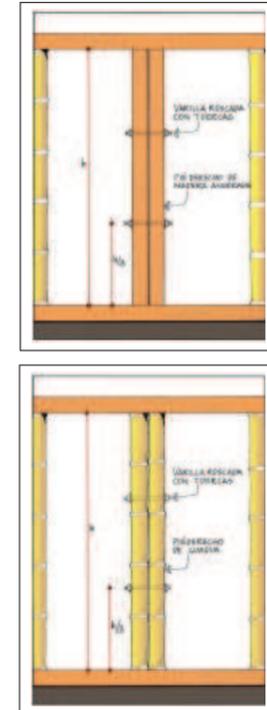
UNIÓN ENTRE MUROS

◆ Muros en el mismo plano

Los muros o paneles de muros pueden estar en el mismo plano o en planos perpendiculares. En el primer caso la conexión es similar a la conexión con los cimientos. Se realiza con pernos, tuercas y arandelas.

Debe haber por lo menos dos conexiones por unión, colocados cada tercio de la altura del muro. La barra continua roscada debe tener, por lo menos 9,5 mm de diámetro.

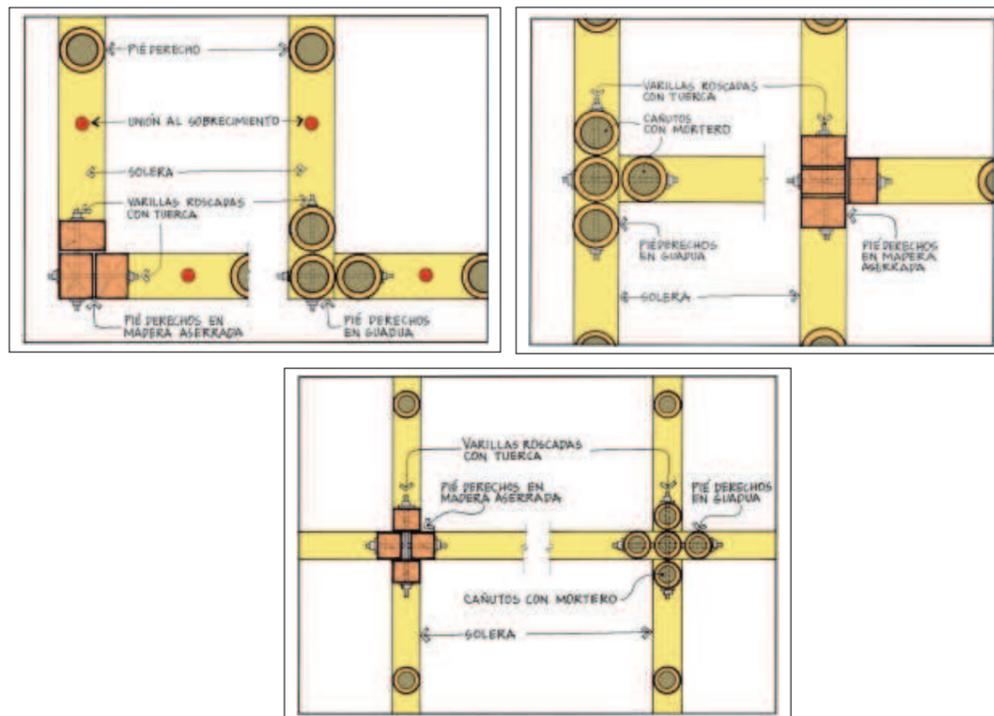
Si los pié derechos son de guadua los cañutos atravesados deben rellenarse con mortero.



◆ Muros en planos perpendiculares

Quando los muros que deben unirse están en diferentes planos, perpendiculares entre sí, deben usarse pernos en ambas direcciones, tanto en sistemas con madera aserrada como en sistemas con guadua.

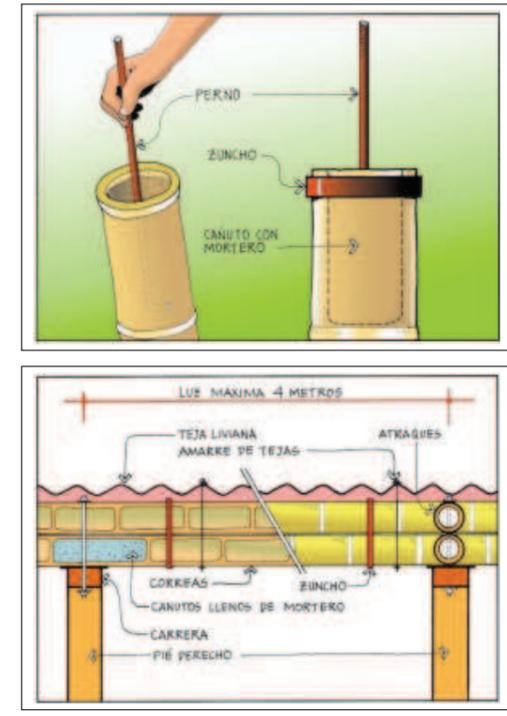
Las uniones fuera del plano pueden darse en esquina, en forma de T o en forma de cruz.



◆ Unión entre muros y cubierta

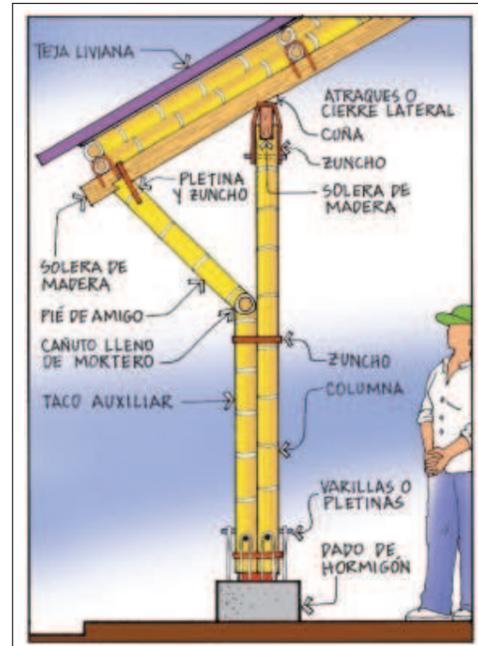
En los sistemas con madera aserrada, la unión con la cubierta es idéntica a la unión con la cimentación, mediante pernos y tuercas que atraviesan las soleras de madera.

En los sistemas con guadua, por otra parte, la conexión debe hacerse conectando los elementos verticales de guadua con la solera. Esto se logra mediante un perno embebido en el cañuto relleno con mortero de cemento. El extremo relleno debe confinarse con un zuncho de manera que se evite la fisuración longitudinal de la guadua debido a los esfuerzos cortantes.



Quando los muros se fabrican por medio de paneles debe ponerse un elemento corrido uniendo las soleras de los paneles. Sobre este elemento se conecta la cubierta. Las tejas deben amarrarse de las soleras para formar un conjunto.

Si las guaduas del marco de los muros se quieren dejar expuestas, o si se construye un porche anexo a los muros exteriores, la cubierta debe dotarse de un alero con las dimensiones necesarias para que no se exponga la guadua directamente a la acción del sol y el agua. El voladizo puede sostenerse con pie de amigos que van a los muros o a las columnas, pero con una inclinación no menor de 60°.



CAPÍTULO IX GLOSARIO

GLOSARIO

- **Acabado:** Estado final, natural o artificial, en la superficie de una pieza de madera o guadua. Estado final del recubrimiento o del revoque.
- **Acción conjunta:** Participación de varios elementos estructurales con separación no mayor a 60 cm para soportar una carga o sistema de cargas.
- **Aserrado:** Proceso mediante el cual se corta una troza para obtener piezas de madera de sección transversal cuadrada o rectangular.
- **Carrera:** Solera superior que corona una estructura de muros. Vigas de amarre.
- **Carga de servicio:** Sistema ortogonal de vigas que transfieren las cargas de las curvas estructurales al suelo. Malla o retícula.
- **Columna:** Piezas cuyo trabajo principal es la compresión.
- **Contracción:** Reducción de las dimensiones de una pieza de madera causada por la disminución del contenido de humedad.
- **Correa:** Elemento horizontal componente de la estructura de la cubierta.

- **Diaphragma:** Elemento estructural que reparte las fuerzas inerciales laterales a los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, o sea, a los muros.
- **Distancia centro a centro:** Distancia del centro de un elemento de unión al centro del elemento adyacente.
- **Entramado:** Sistema estructural primario de una edificación.
- **Fibra:** Células alargadas con extremos puntiagudos y casi siempre con paredes gruesas.
- **Hinchamiento:** Aumento de las dimensiones de una pieza por causa del incremento de su contenido de humedad.
- **Losa-base:** Elemento de concreto o mortero con arena o grava colocado sobre material de afirmado y que sirve de sustento al piso.
- **Madera y/o guadua tratada:**
- **Malla expandida:** Malla que no se basa en tejer o soldar alambres sino que resulta de expandir una lámina metálica troquelada.
- **Muro:** Elemento vertical que soporta los diafragmas horizontales y transfieren cargas a las cimentaciones.

- **Pie de amigo:** Elementos oblicuos que transfieren cargas a los elementos verticales.
- **Pie derecho:** Elemento vegetal en posición vertical de la estructura de un muro.
- **Losa-base:** Elemento de concreto o mortero con arena o grava colocado sobre material de afirmado y que sirve de sustento al piso.
- **Preservación:** Tratamiento para prevenir o contrarrestar la acción de organismos destructores.
- **Recebo:** Material granular seleccionada de relleno que se coloca entre el afirmado y la superficie de piso.
- **Retiro:** Espacio obligatorio entre construcción y el límite del lote o entre dos construcciones.
- **Recubrimiento:** Material que conforma las caras de un muro.

- **Riostra:** Pieza que asegura la invariabilidad de la forma de una estructura.
- **Revoque:** (Repello-Pañete-Enlucido) Capa exterior construida con base en mortero, y que se aplica en la superficie de un muro.
- **Rolliza:** Estado cilíndrico natural de los tallos de guadua o madera.
- **Secado:** Proceso natural o artificial mediante el cual se reduce el contenido de humedad de la madera o guadua.
- **Solera:** Elemento horizontal que sirve de base a la estructura de un muro e integra las cargas de los pies derechos.
- **Vigüeta:** Elemento secundario que trabaja a flexión.
- **Viga:** Elemento cuyo trabajo principal es a flexión.

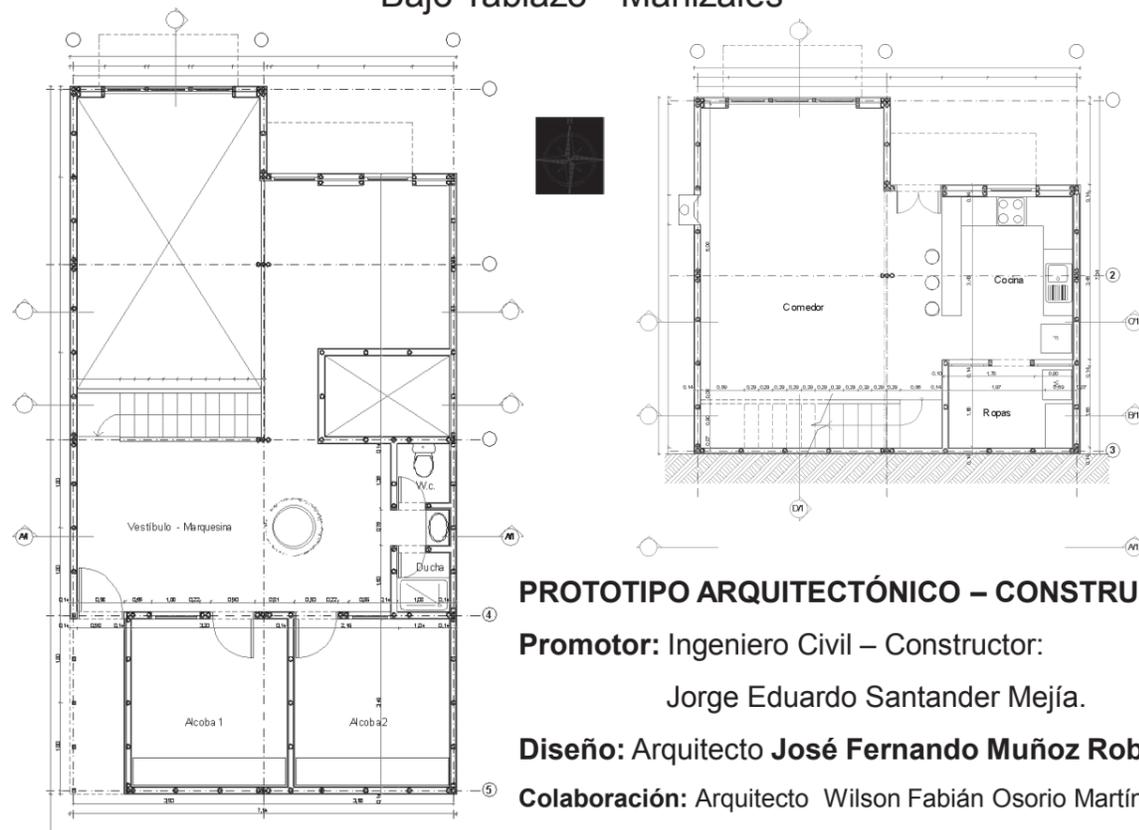
BIBLIOGRAFÍA

1. Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR/98)
2. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS – Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. "Comportamiento de Muros y ensambles construidos con Bahareque encementado". Reporte de una investigación de laboratorio y de análisis de resultados, con el auspicio del Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo del Eje Cafetero (FOREC). No publicado. Medellín y Manizales, 2000.
3. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS – Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. "Estudio sobre el comportamiento de conexiones con guadua". Reporte de una investigación de laboratorio y de análisis de resultados, con el auspicio de la Fundación Corona. No publicado. Medellín, 2000.
4. Mogollón S. Jaime y Díaz Gustavo. "Sistema Normalizado en Guadua y Madera". Premio corona Pro Arquitectura 1987. Premio Iberoamericano Instituto Eduardo Torroja, 1990. Publicado en la revista Informes de la construcción 414-415 y en la revista PPROA 401.
5. Mogollón S. Jaime y Díaz Gustavo. "Vivienda: soporte modular y participación". Premio Iberoamericano Instituto Eduardo Torroja, 1992. Publicado en la revista Informes de la Construcción 424, en la revista ESCALA No 172 y en las Memorias del I congreso Mundial Bambú-Gadua.
6. Mogollón S. Jaime. "Bahareque: cultura sísmica local". Revista de Arquitectura EL CABLE, No 1". Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Manizales, 2000.
7. López L.F y Silva M.F. "Comportamiento sismorresistente de estructuras en Bahareque". Trabajo de grado de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Manizales, 2000.

1.2 Proyecto casa Santander Manizales (Colombia)

CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



PROTOTIPO ARQUITECTÓNICO – CONSTRUCTIVO

Promotor: Ingeniero Civil – Constructor:

Jorge Eduardo Santander Mejía.

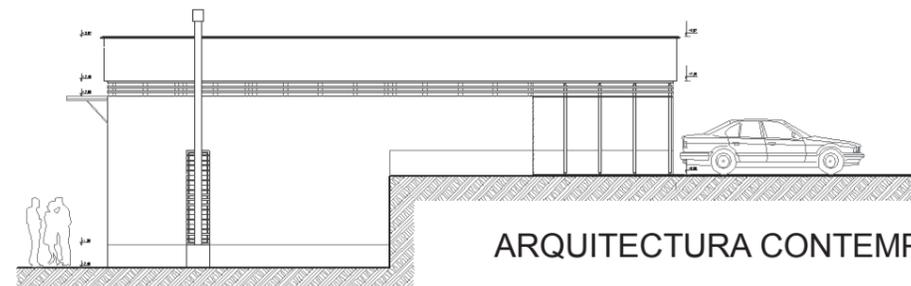
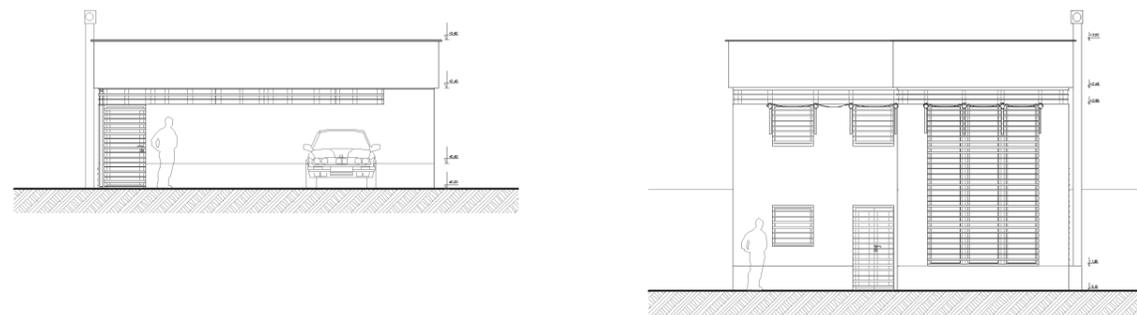
Diseño: Arquitecto **José Fernando Muñoz Robledo**

Colaboración: Arquitecto Wilson Fabián Osorio Martínez

Fecha: Julio - Diciembre de 2004

CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



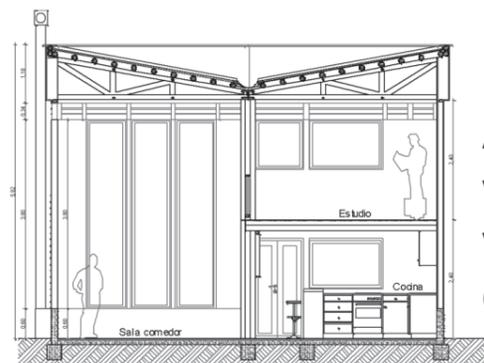
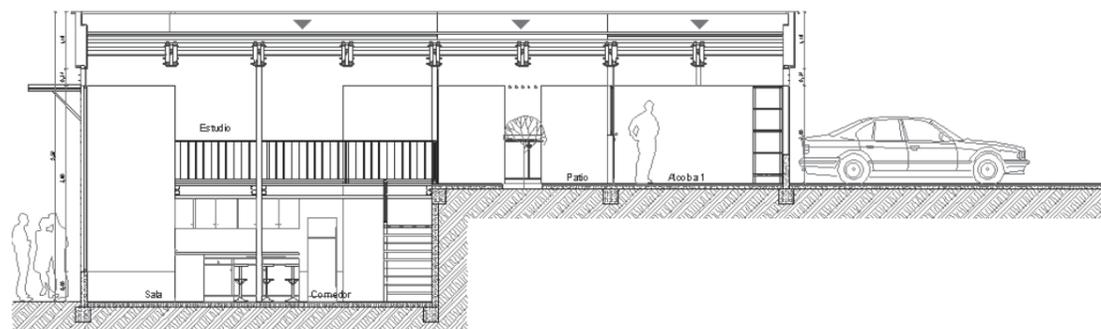
ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

Vs.

ARQUITECTURA NEO-VERNACULISTA?

CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



AREA CONSTRUIDA: 120 mt²
VALOR DE LA OBRA TERMINADA: \$ 45.000.000
VALOR mt² DE CONSTRUCCIÓN: \$ 375.000
(US \$: 150 mt² – 12 / 2004)

CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



CASA SANTANDER – BAHAREQUE ENCEMENTADO

Bajo Tablazo - Manizales



1.3 Proyecto Ciudad Alegría en Montenegro, Quindío (Colombia)

1.3.1 Proyecto Ciudad Alegría en Montenegro, Quindío (Colombia)
Reportage fotográfico

CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



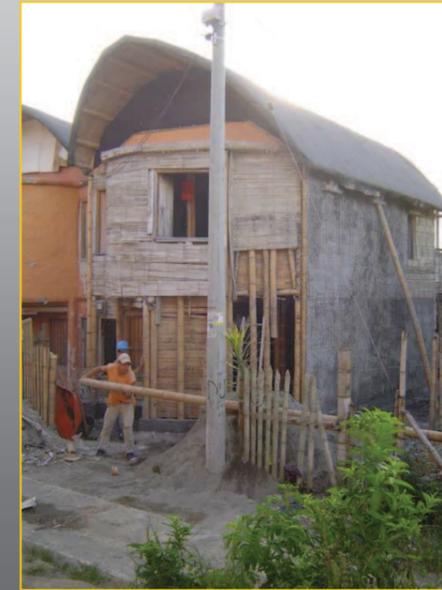
CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

Proceso de recuperación y prueba de carga horizontal, de la vivienda 10 manzana 6, de la Urbanización Ciudad Alegria e Inventario de las viviendas



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PROCESO CONSTRUCTIVO

1. Retiro de Calfitice



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PROCESO CONSTRUCTIVO

2. Identificación de daños



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PROCESO CONSTRUCTIVO

2. Identificación de daños



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PROCESO CONSTRUCTIVO

3. Construcción del sobrecimiento y anclajes



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PROCESO CONSTRUCTIVO

3. Construcción del sobrecimiento y anclajes



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PROCESO CONSTRUCTIVO

3. Construcción del sobrecimiento y anclajes



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PROCESO CONSTRUCTIVO

4. Cambio de elementos verticales de guadua y esterilla



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PROCESO CONSTRUCTIVO

5. Instalación de malla con vena y repello de muros



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PROCESO CONSTRUCTIVO

6. Enchapado e impermeabilización de baño,
e instalación de aparatos sanitarios



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PRUEBA DE CARGA HORIZONTAL

CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

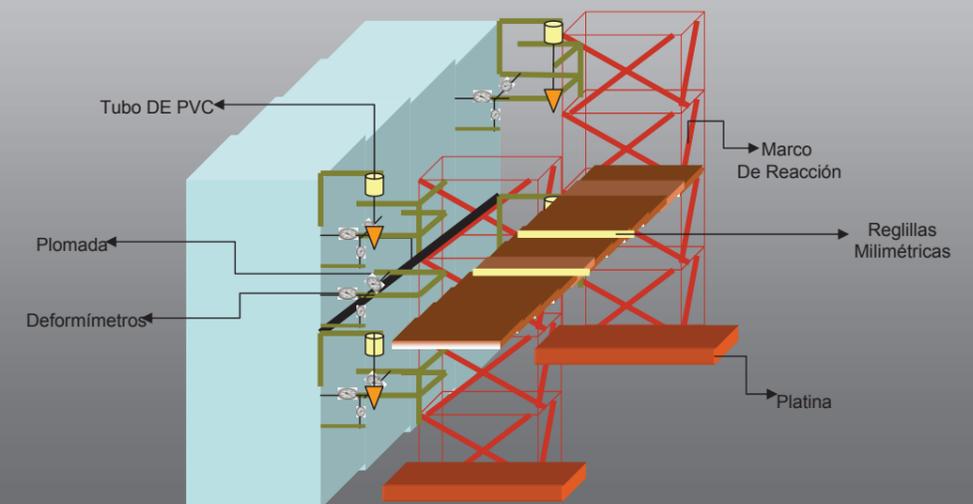
PRUEBA DE CARGA HORIZONTAL



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

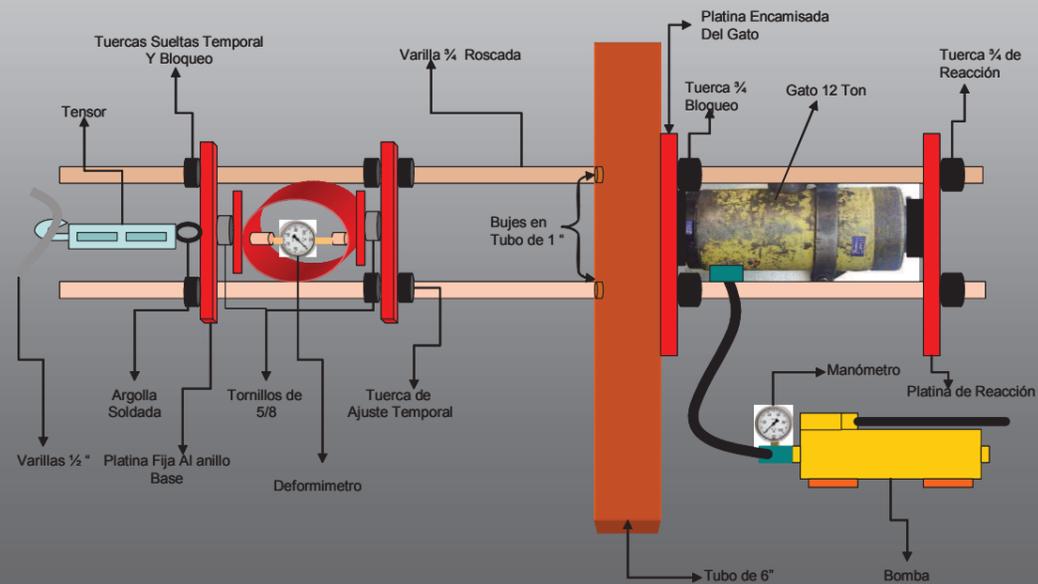
PRUEBA DE CARGA HORIZONTAL



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PRUEBA DE CARGA HORIZONTAL



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PRUEBA DE CARGA HORIZONTAL



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PRUEBA DE CARGA HORIZONTAL



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PRUEBA DE CARGA HORIZONTAL



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PRUEBA DE CARGA HORIZONTAL



CIUDAD ALEGRIA

Montenegro Quindio

PRUEBA DE CARGA HORIZONTAL



1.3.2 Proyecto Ciudad Alegría en Montenegro, Quindío (Colombia)
Prueba de carga

CIUDAD ALEGRÍA. MONTENEGRO. QUINDÍO

INFORME DE CAMPO DE LA INTERVENTORÍA

PROYECTO	Ensayo de resistencia Vivienda Unifamiliar – Casa 10 - Manzana 6 - Ciudad Alegría - Montenegro – Quindío.
FECHA	Junio 24 de 2006
REALIZADO POR:	Ing. Luis Felipe López Muñoz, Asistente de la Dirección de Interventoría MP 17202084110

ENTIDADES Y PERSONAS QUE INTERVIENEN:

ACCION SOCIAL

Ing. Claudia Calderón

FONADE

Arq. Carlos Alberto Morales
Ing. Julián Díaz Gutiérrez

PROYECTISTAS CIVILES ASOCIADOS (PCA)

Ing. Luis Guillermo Aycardi
Ing. Jairo Velásquez (constructor)

INTERVENTORIA

Ing. Samuel Darío Prieto Ramírez
Ing. Luis Felipe López Muñoz
Ing. Carlos Fernando Bonilla García

DESCRIPCIÓN:

El día 24 de Junio de 2006 se realizó la prueba de resistencia a cargas horizontales de la vivienda número 10 de la manzana 6 de la urbanización Ciudad Alegría en el municipio de Montenegro Quindío.

Montaje:

El montaje y la instrumentación del ensayo estuvo a cargo de la firma Salazar Ferro de la ciudad de Bogota, subcontratista de la firma PCA responsable de los ensayos.

El montaje para el ensayo constó de una cercha dispuesta de forma horizontal a nivel de entrepiso, la cual se ancló a los pies derechos de los muros, de la cercha sale un tensor hasta la parte exterior de la vivienda hasta llegar a un mástil articulado, en el que se instala el gato de 12 toneladas. Del mástil articulado salen dos sensores que van a hasta el nivel de piso y se anclan a dos muertos de concreto reforzado que están enterrados a una profundidad de un metro con veinte centímetros (1.2 m), ver figura 1

Figura numero 1. Esquema de montaje para ensayo

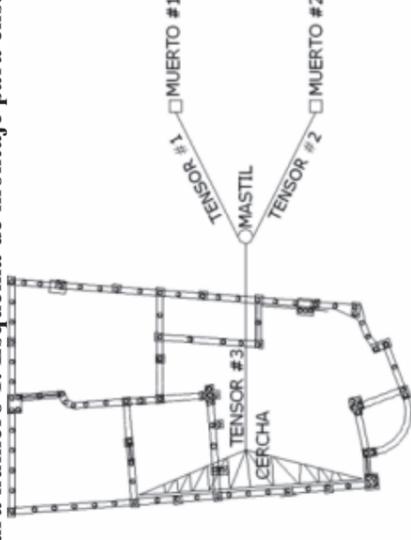


Foto numero 1. Cercha de aplicación de carga



La cercha se encuentra anclada a la estructura principal de la vivienda por medio de un perfil en L que recorre longitudinalmente todo el muro y va soldado a la cercha.

Foto numero 2. Tensor principal numero 3



Este tensor era el responsable de transmitir la carga aplicada por el gato a la cercha, en su recorrido tenía un aro en el cual se tomaban deformaciones para constatar la calibración del gato

Foto numero 3. Mástil articulado



El mástil era un tubo metálico articulado en la base el cual servía como soporte para el gato.

Foto numero 4. Gato



El gato de aplicación de carga tiene una capacidad de 12 ton, y permite el recalce cada que alcanzaba la longitud máxima del émbolo.

Foto numero 5. Bomba.



Bomba manual con manómetro en p.s.i. para la medición de la presión de carga

Foto numero 6. Muertos de anclaje de sensores



En la fotografías aparecen los muertos 1 (izquierda) y dos (derecha), consistentes en dos bloques de concreto reforzado de 1.2 m de profundidad y conectados por una viga de cimentación a manera de contrafuerte.

Foto numero 7. Deformímetros



Se utilizaron deformímetros mecánicos (foto izquierda) y plomada y reglas (foto derecha), para medir los desplazamientos de la vivienda durante el ensayo.

Ensayo I:

El ensayo se comenzó a las 9:00 a.m. con la lectura inicial de los deformímetros, posteriormente se inició el ciclo de carga a intervalos de 500 Kg. El ensayo continuó sin problemas hasta que se inicia la carga de los 1000 Kg., cuando el muerto numero 1 comienza a desplazarse (ver fotos 8) y el sistema deja de cargar, a los 1750 Kg. El ensayo se debe suspender por desplazamiento total del muerto numero 1 (ver tabla numero 1)

Tabla numero 1
PRIMERA PRUEBA DE CARGA CASA NUMERO 6 MANZANA 10
URBANIZACIÓN CIUDAD ALEGRÍA, MONTENEGRO QUINDÍO
24 DE JUNIO DE 2006
HISTORIAL DEL ENSAYO

CARGA	OBSERVACIONES
Kg.	
0	Se toman medidas iniciales de los deformímetros
500	Se toman medidas de los deformímetros, no hay problemas
1000	Se toman medidas de los deformímetros, se fisura el concreto alrededor del durmiente numero 1
1500	Se toman medidas de los deformímetros, el durmiente numero 1 se desplaza 20 mm.
1500	Se inicia recarga y se revienta el tensor del durmiente numero 1
1750	Se suspende la prueba por desplazamiento excesivo del durmiente numero 1

Foto numero 8. Desplazamiento del muerto numero 1



Foto numero 9. Desplazamiento final del muerto 1



Foto numero 10. Tensor reventado muerto numero 1



Cuando se reinicia el ciclo de carga para llegar a los 1500 Kg se revienta el tensor número 1 el cual falla por un gancho de tensión.

Ensayo 2:

El ensayo dos comienza a las 2:30 p.m. luego de tomar la decisión de reemplazar los muros fallados por un bulldózer , como sistema de reacción. El peso aproximado de la maquina es de 22 toneladas con lo que supera el de la vivienda que, según estudios anteriores, es de aproximadamente 16 toneladas (ver foto 11).

Foto 11. Bulldózer actuando como sistema de reacción



Al igual que en el ensayo 1 se toman medicadas iniciales de los deformímetros y se procede a cargar la vivienda. Al alcanzar el nivel de carga de los 1000 Kg. se detecta que el mortero de la canal compartida con la vivienda vecina se ha fisurado (ver foto 12).

Foto 12. Canal fisurada



El ensayo continúa sin contratiempos hasta alcanzar el nivel de carga de 2500 Kg., cuando se descarga la vivienda por completo para revisar si se presenta alguna deformación residual o permanente en la estructura, situación esta que no ocurre.

Se inicia el proceso de recarga de la estructura para llevarla al nivel de los 2500 Kg., pero al alcanzar la carga de los 2400 kg, falla el tensor numero tres o tensor principal que conecta el mástil con la cercha.

Después de reparado el tensor se continúa con la recarga hasta alcanzar los 2500 Kg., cuando se detecta un desplazamiento del entrepiso con respecto a los muros de aproximadamente 5 m.m. El ensayo continua sin inconvenientes hasta alcanzar los 4000 Kg. cuando se escucha un ruido seco como si una guadua fallara por compresión o por aplastamiento; se suspende la prueba para determinar el punto donde se produjo la falla pero este no se encuentra. Se carga nuevamente la casa hasta los 4500 Kg. Carga que el contratista PCA determinó como máxima para el ensayo. Se toman las medidas finales de deformación en todos los puntos y se comprueba que la deformación final al nivel de cubierta no llegó al los 10 mm. En este punto se da por terminada la prueba ver tabla 2.

Tabla 2.

**SEGUNDA PRUEBA DE CARGA CASA NUMERO 6 MANZANA 10
URBANIZACIÓN CIUDAD ALEGRIA, MONTENEGRO QUINDÍO
24 DE JUNIO DE 2006
HISTORIAL DEL ENSAYO**

CARGA Kg.	OBSERVACIONES
0	Se toman medidas iniciales de los deformímetros
500	Se toman medidas de los deformímetros, no hay problemas
1000	Se toman medidas de los deformímetros, se fisura el mortero de la canal compartida con la casa vecina
1500	Se toman medidas de los deformímetros, no hay problemas
2000	Se toman medidas de los deformímetros, no hay problemas
2500	Se toman medidas de los deformímetros, no hay problemas
Descarga "0"	No se presentaron deformaciones residuales
2400	Se revienta el tensor de aplicación de la carga sobre la cercha
2500	Se desplaza el entrepiso con respecto a el muro lateral izquierdo unos 5 mm. aproximadamente
3000	Se toman medidas de los deformímetros, no hay problemas
3500	Se toman medidas de los deformímetros, no hay problemas
4000	Se siente un ruido muy duro como la falla de una guadua pero no se detecta el punto exacto
4500	Se termina la prueba sin novedades

1.4 Proyecto Bambusa en bahareque encementado, Armenia (Colombia)

1.4.1 Proyecto Bambusa en bahareque encementado, Armenia (Colombia)
Planos y reportage fotográfico

BAMBUSA

CAMARA DE COMERCIO ARMENIA

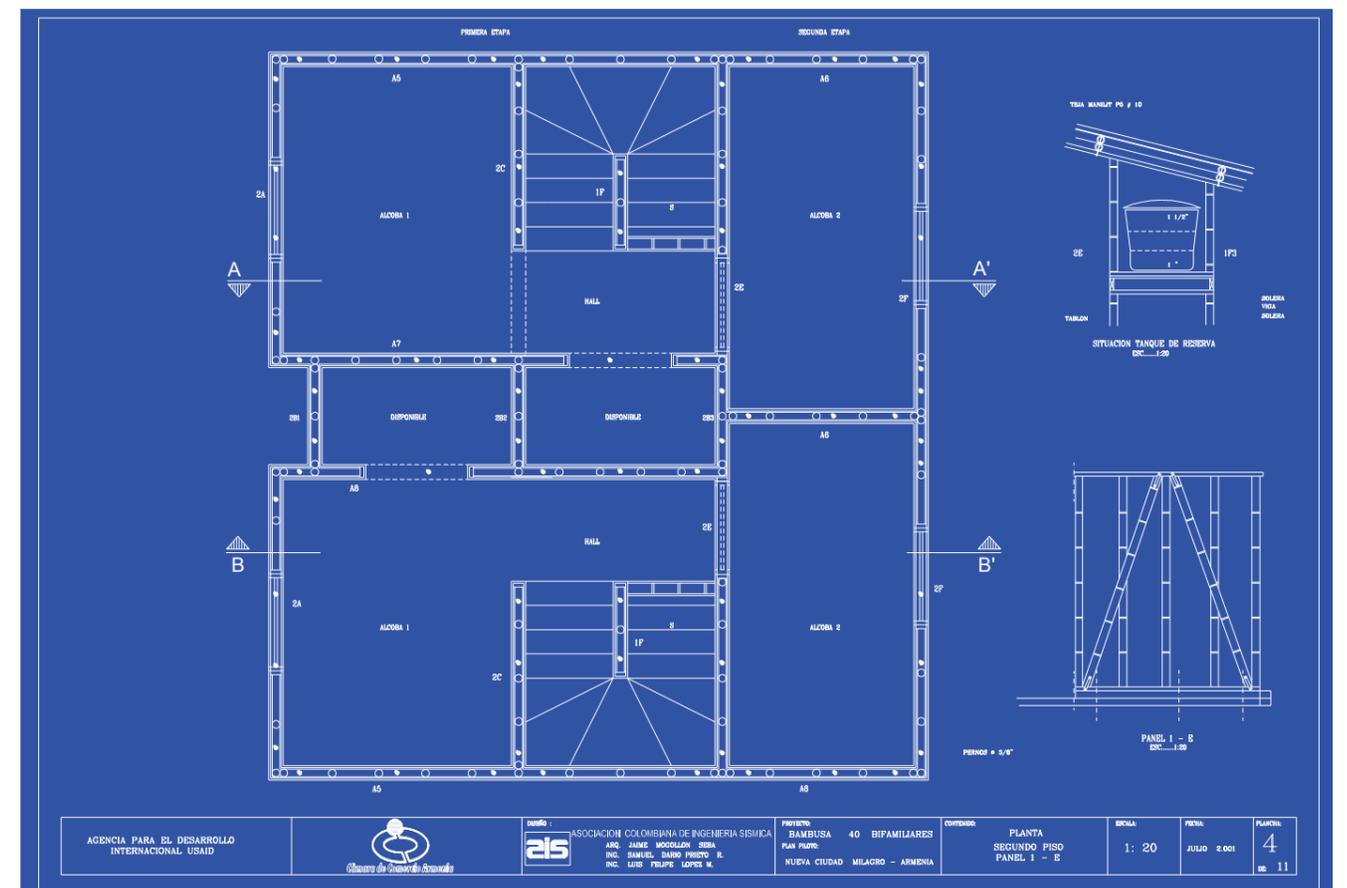
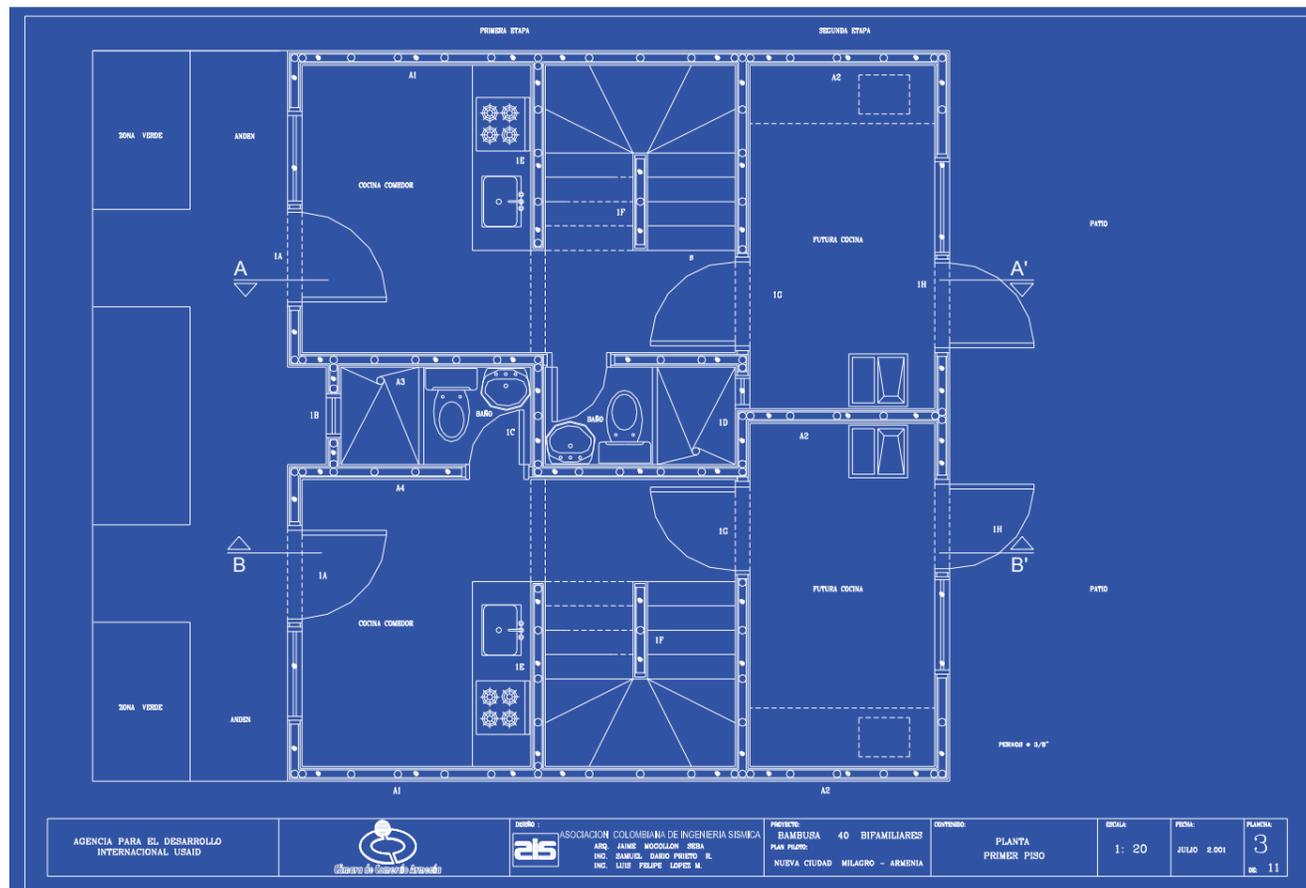
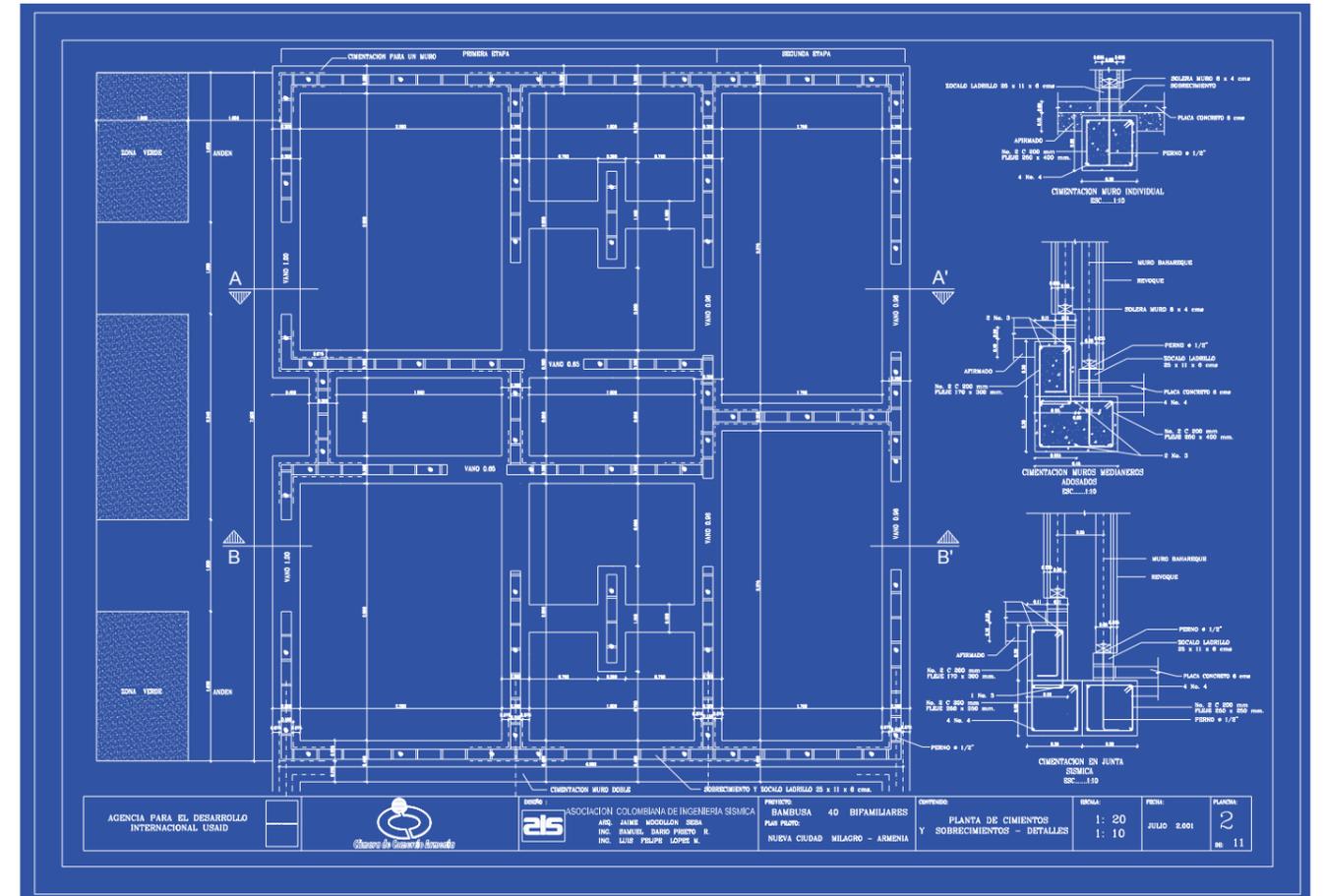
AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL U. S. AID

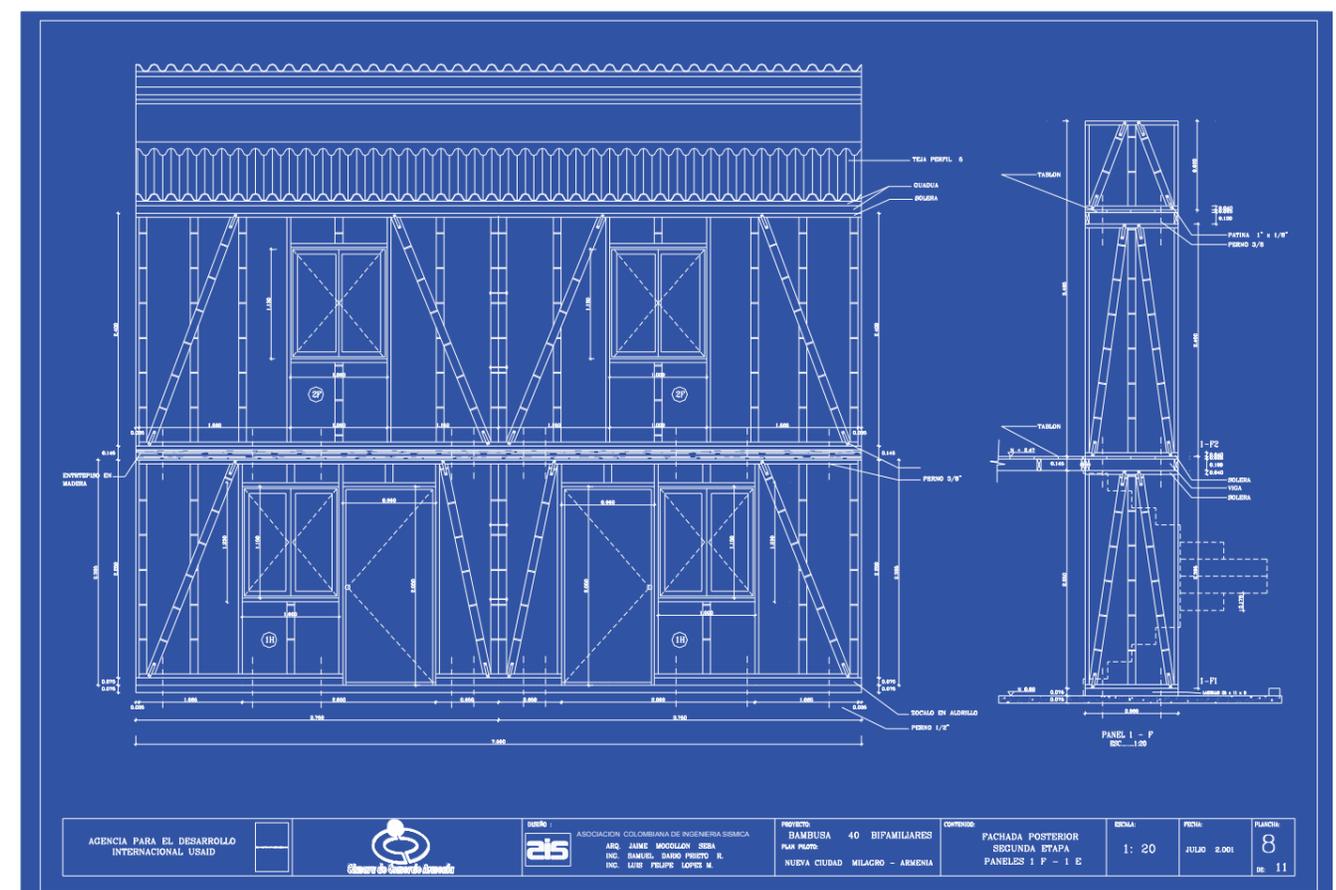
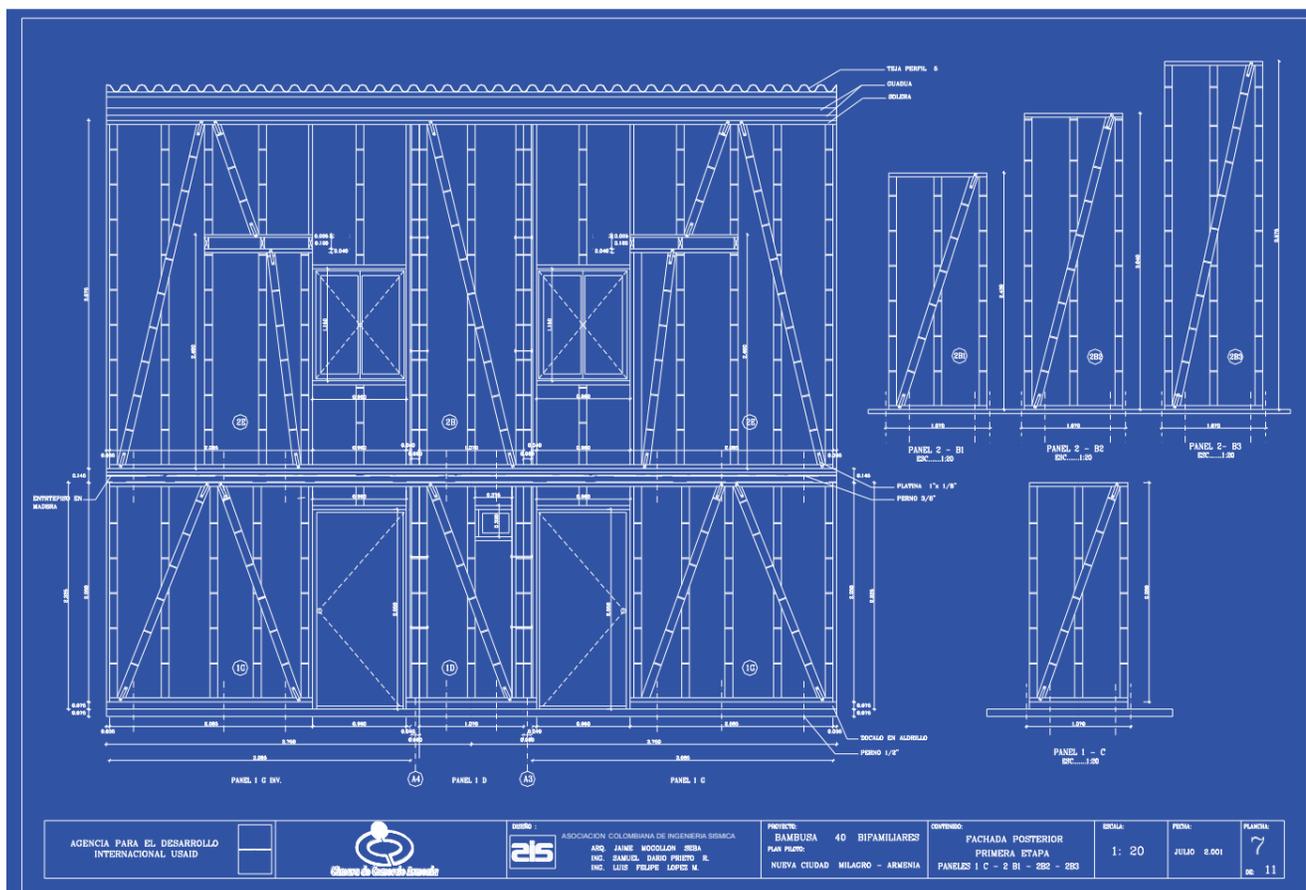
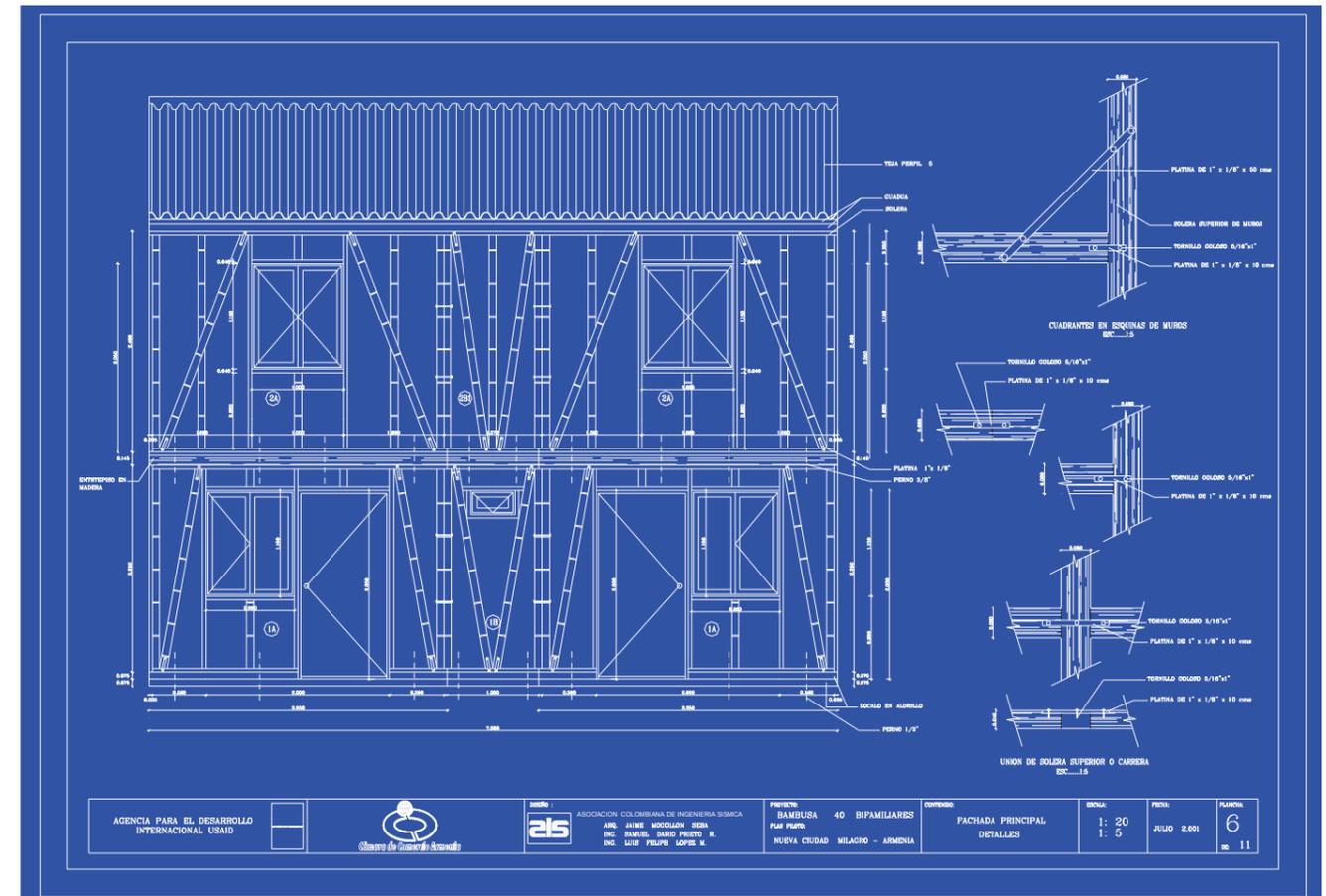
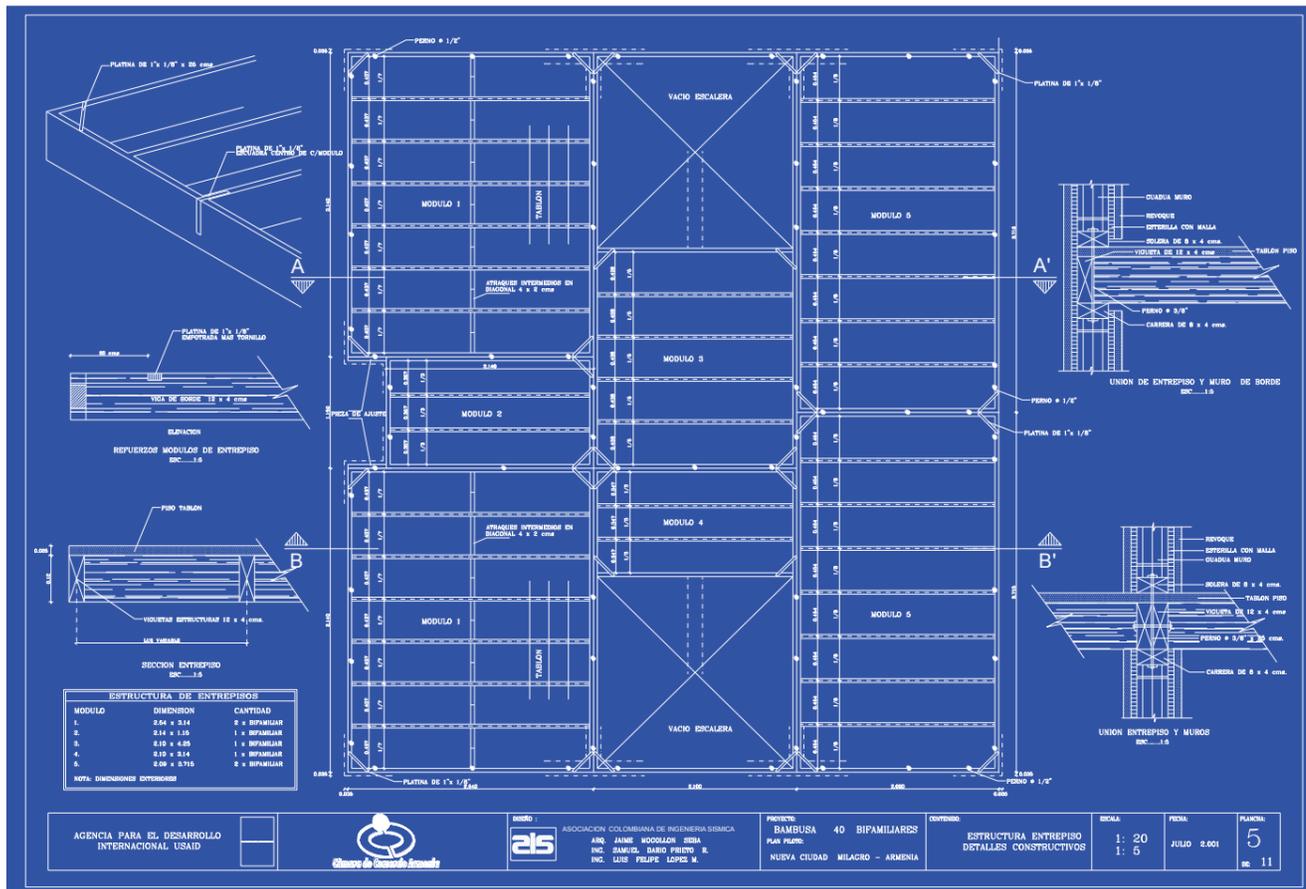
DISEÑO Y DIRECCIÓN TÉCNICA:
AIS

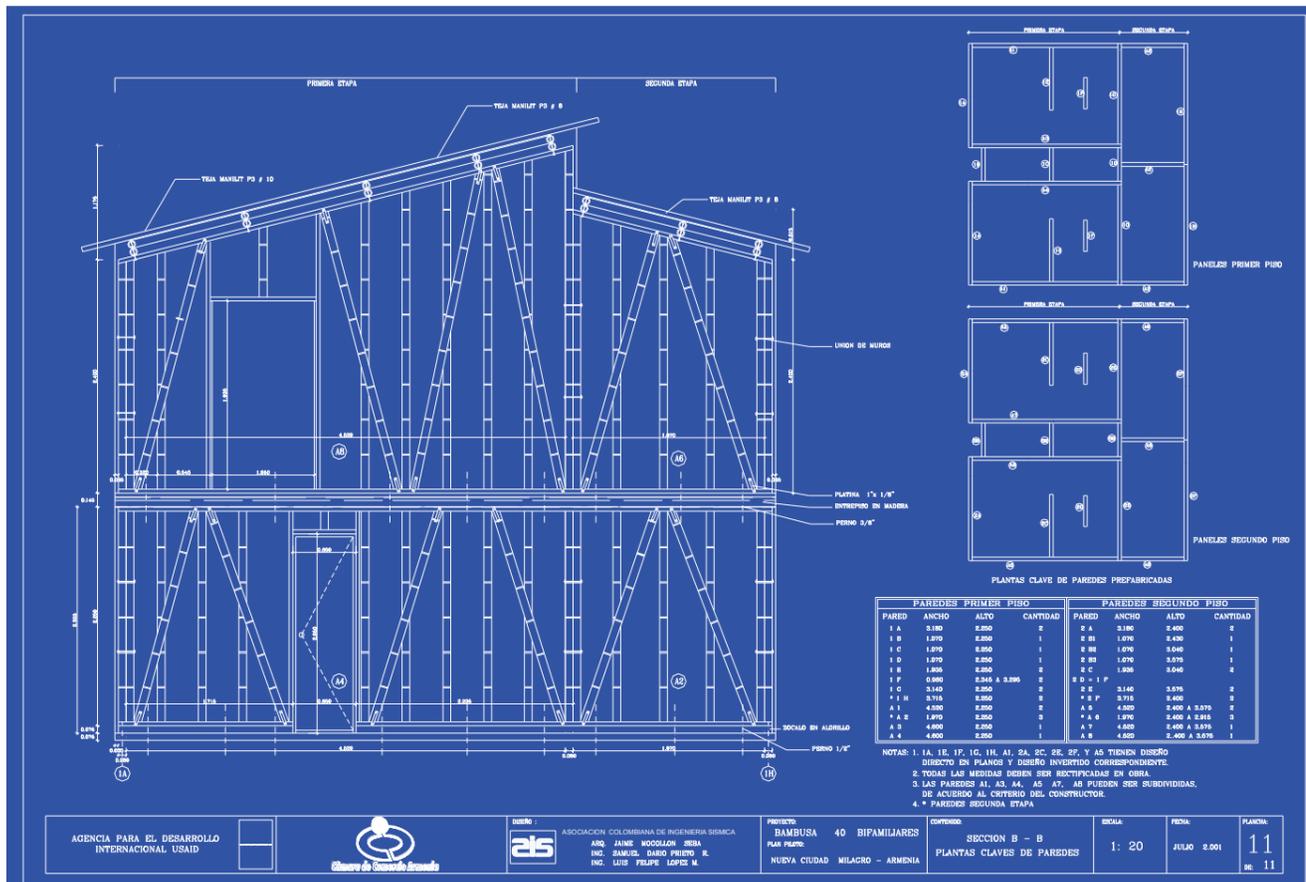
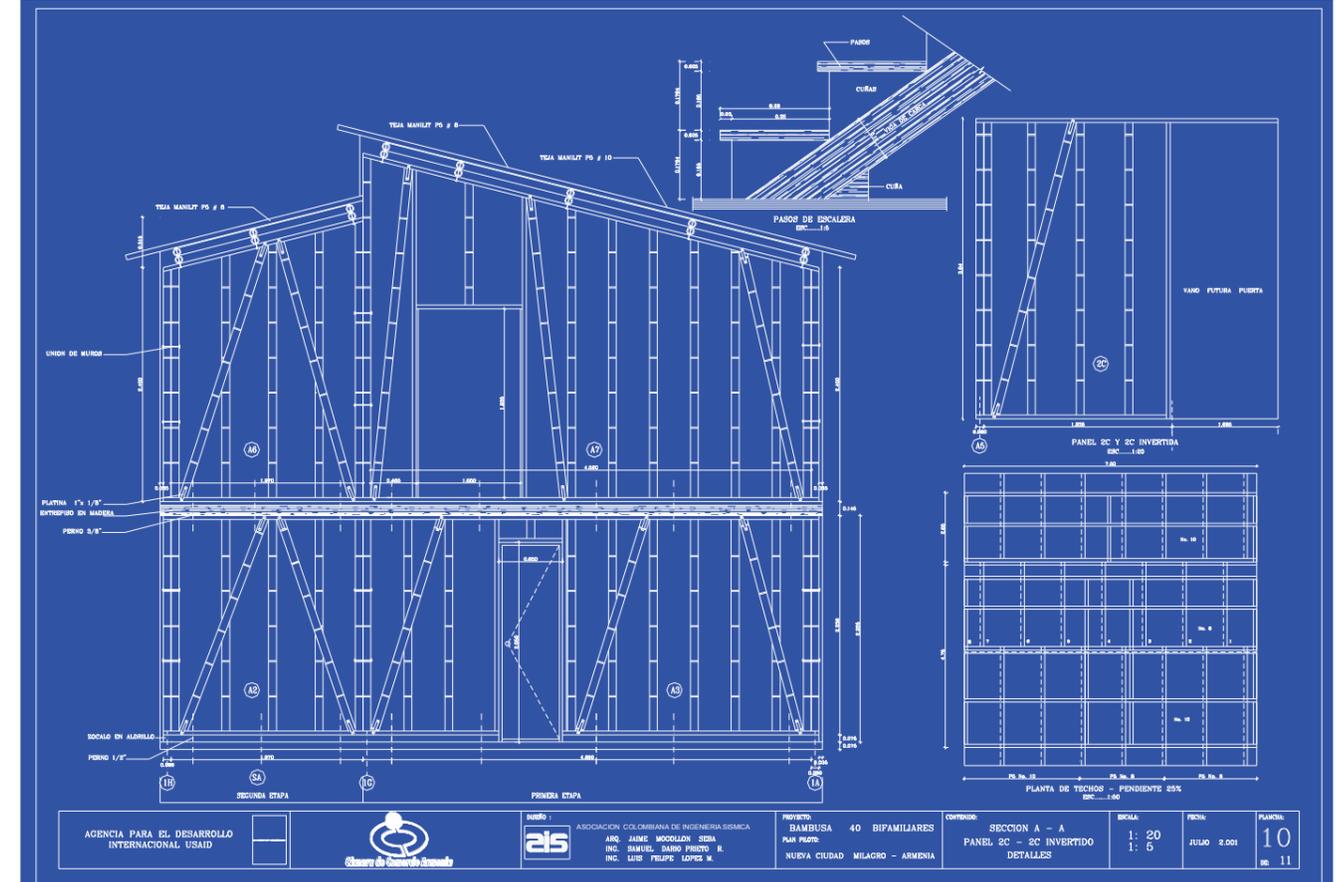
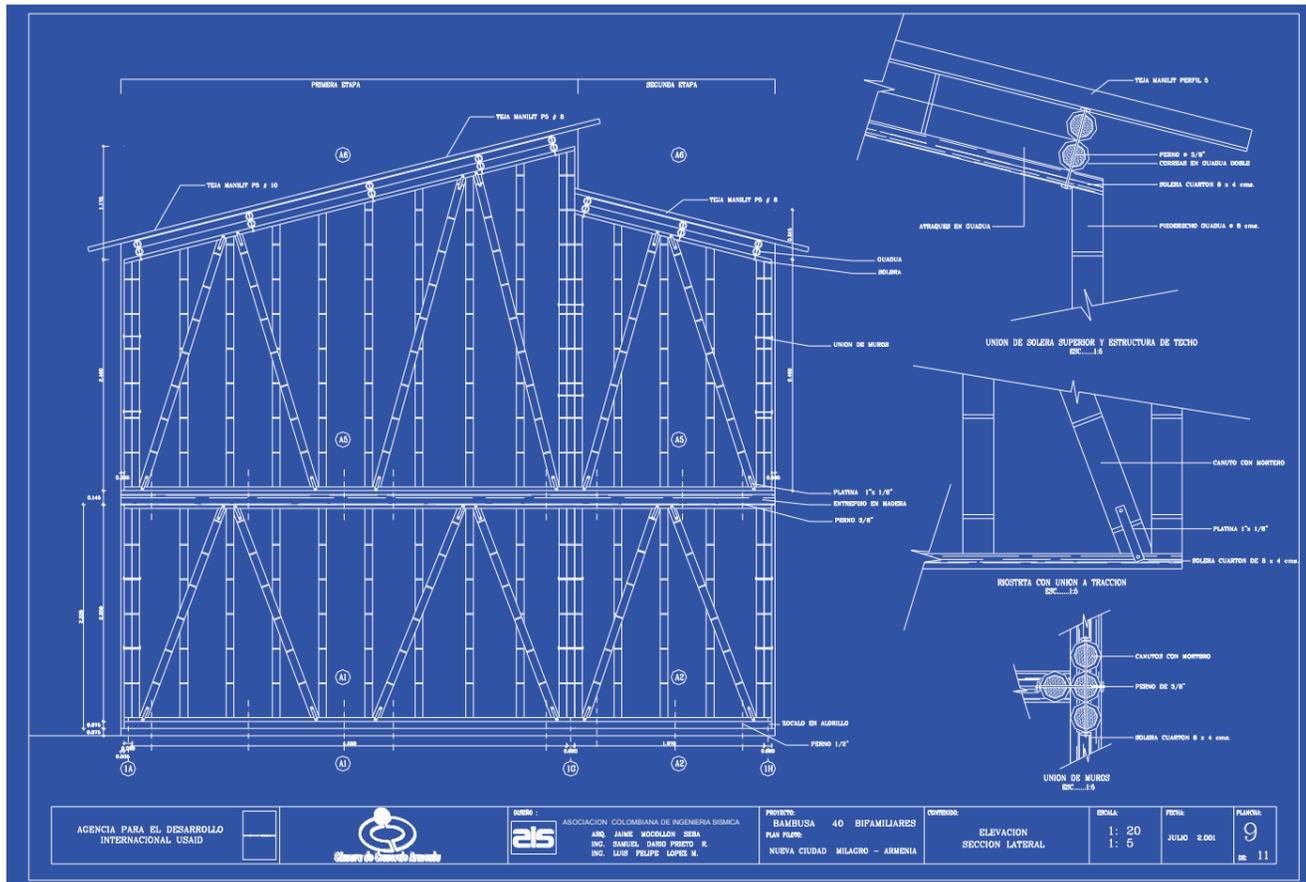
Ing. Samuel Darío Prieto R.

Ing. Luis Felipe López M.

Arq. Jaime Mogollón S.



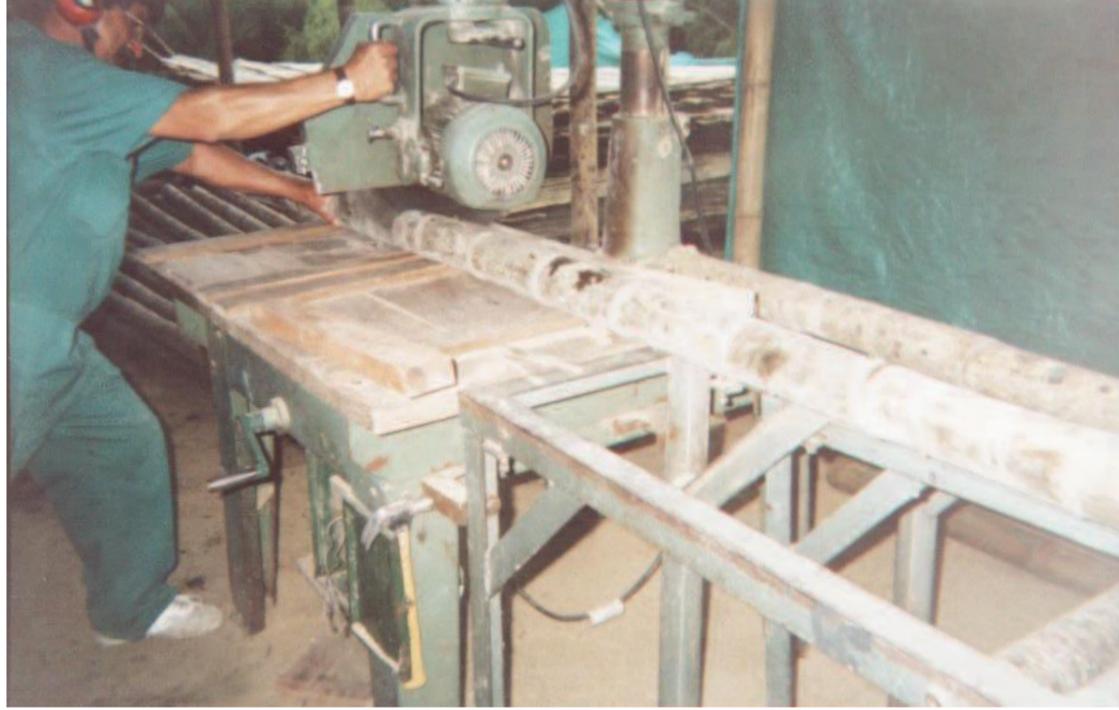




PAREDES PRIMER PISO			PAREDES SEGUNDO PISO		
PARED	ANCHO	ALTO	PARED	ANCHO	ALTO
1 A	3.180	2.350	2 A	3.180	2.400
1 B	1.870	2.350	2 B	1.870	2.430
1 C	1.870	2.350	2 B1	1.870	2.440
1 D	1.870	2.350	2 B2	1.870	2.375
1 E	1.805	2.350	2 C	1.805	2.040
1 F	0.980	2.340 A 3.390	2 D 1 F		
1 G	3.140	2.350	2 D 2	3.140	2.375
1 H	3.715	2.350	2 E	3.715	2.400
1 A 1	4.280	2.350	2 A 2	4.280	2.400 A 3.375
1 A 2	1.870	2.350	2 A 3	1.870	2.400 A 2.915
1 A 3	4.480	2.350	1 A 2	4.480	2.400 A 2.975
1 A 4	4.480	2.350	1 A 3	4.480	2.400 A 2.976

NOTAS: 1. 1A, 1B, 1F, 1G, 1H, 1A, 2A, 2C, 2E, 2F, Y A5 TIENEN DISEÑO DIRECTO EN PLANO Y DISEÑO INVERTIDO CORRESPONDIENTE.
 2. TODAS LAS MEDIDAS DEBEN SER NOTIFICADAS EN OBRAS.
 3. LAS PAREDES A1, A3, A4, A5 A7, AB PUEDEN SER SUBDIVIDIDAS, DE ACUERDO AL CRITERIO DEL CONSTRUCTOR.
 4. * PAREDES SEGUNDA ETAPA.













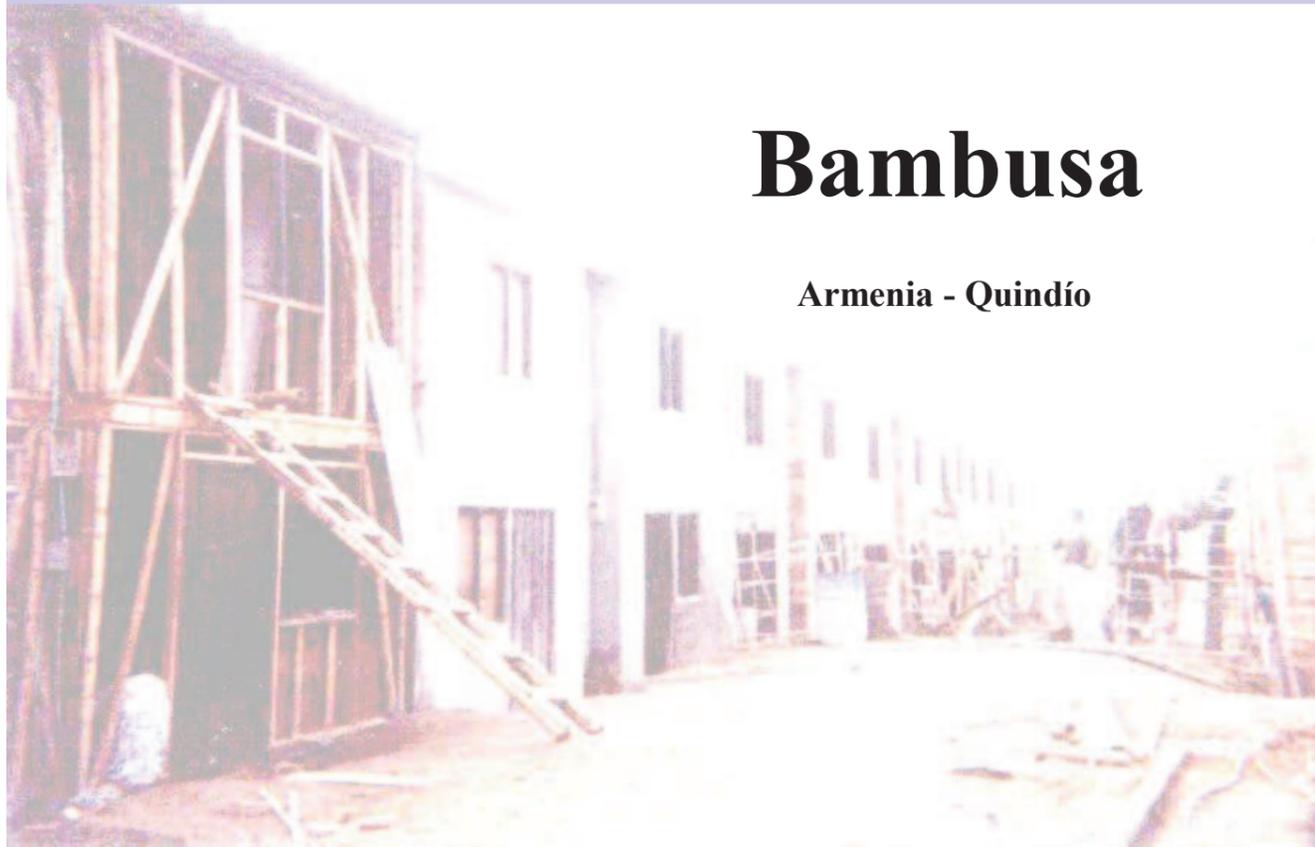








1.4.2 Proyecto Bambusa en bahareque encementado, Armenia (Colombia)
Cálculo estructural



Bambusa

Armenia - Quindío



Cálculo de muros de Bahareque Encementado según el Decreto 052-02 Capítulo E.7

**Proyecto BAMBUSA
Armenia (Colombia)**

**Samuel Darío Prieto R.
Ingeniero Civil**

Santiago de Cali, Noviembre de 2006

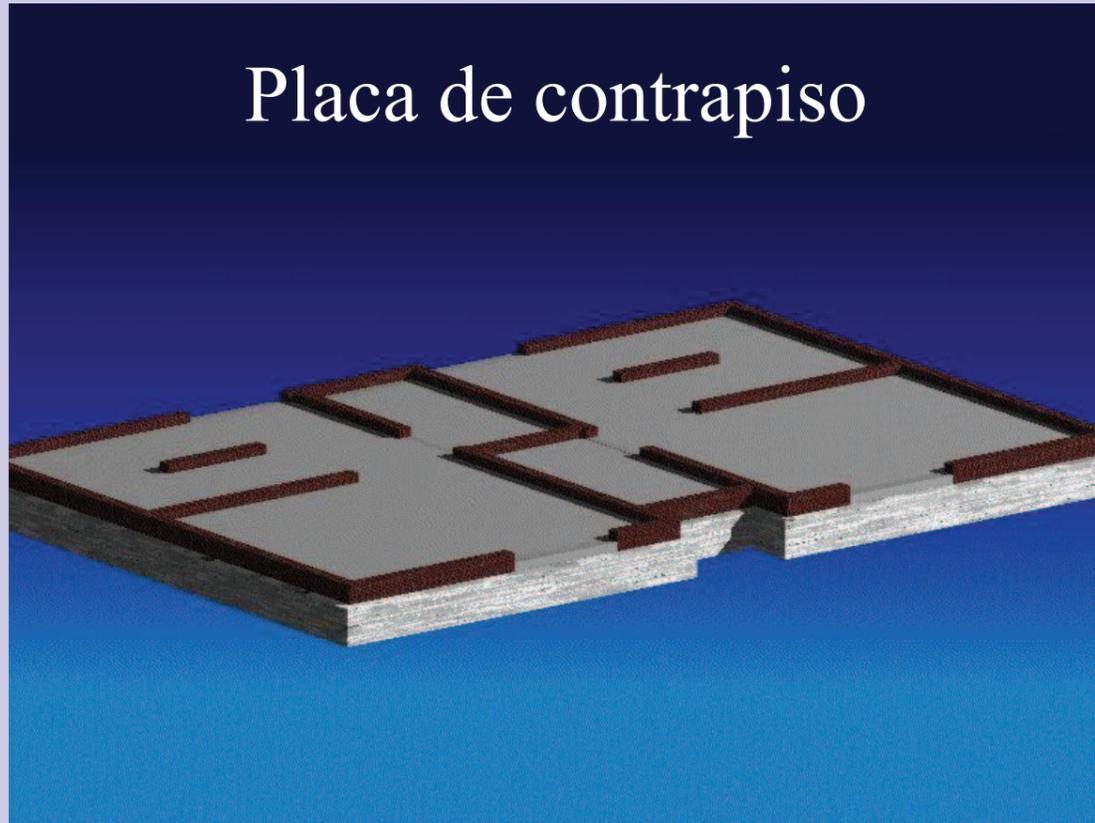
cimentación



sobrecimientos



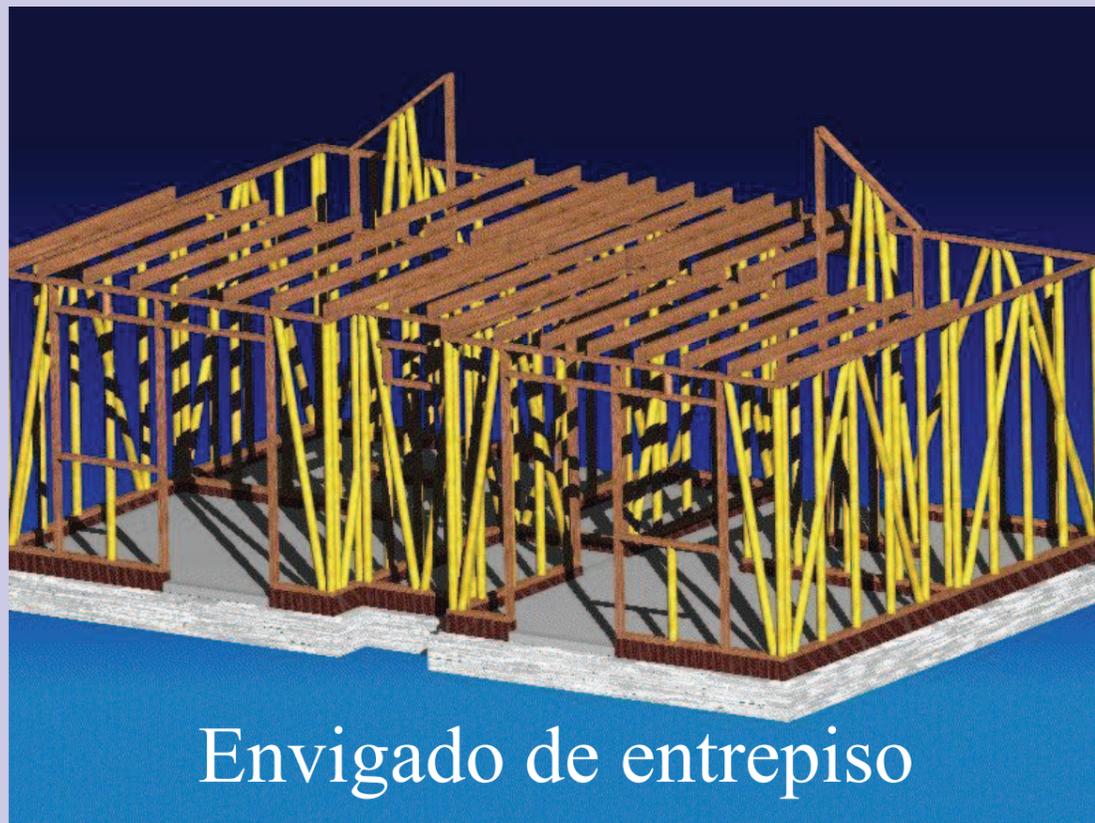
Placa de contrapiso



Esqueleto de muros piso 1°

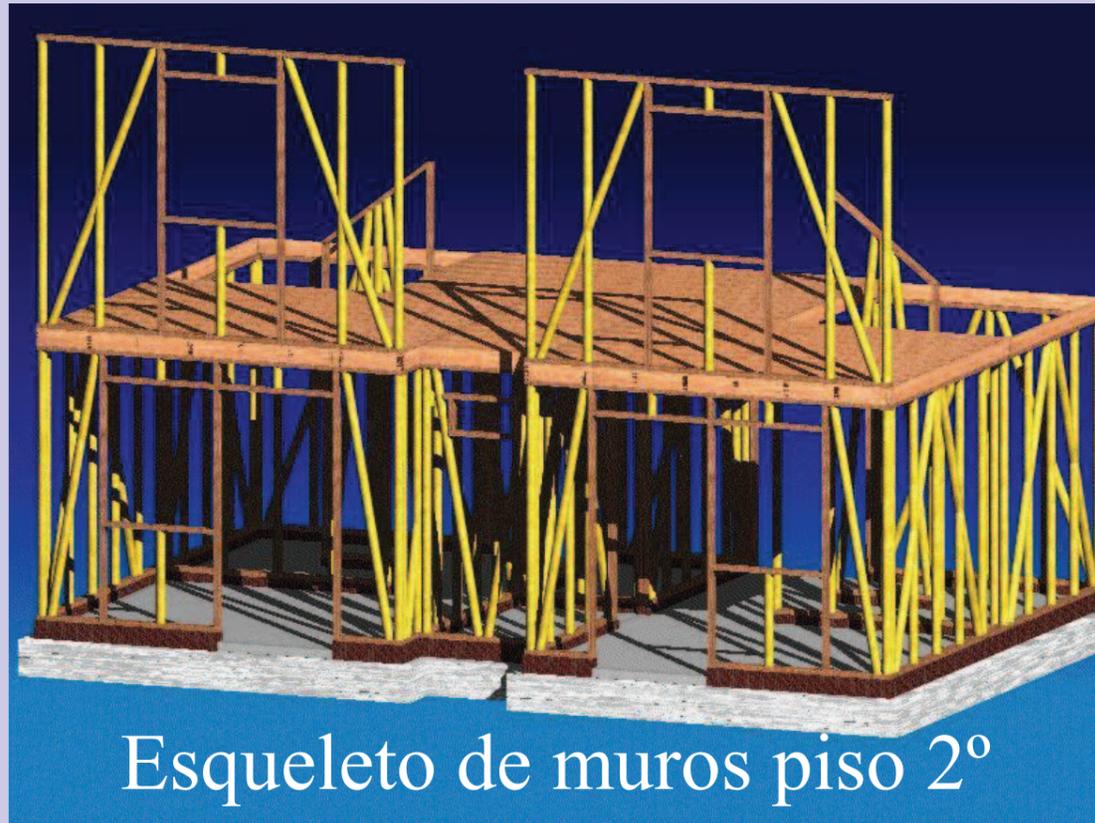


Envigado de entrepiso



Entablado del entrepiso





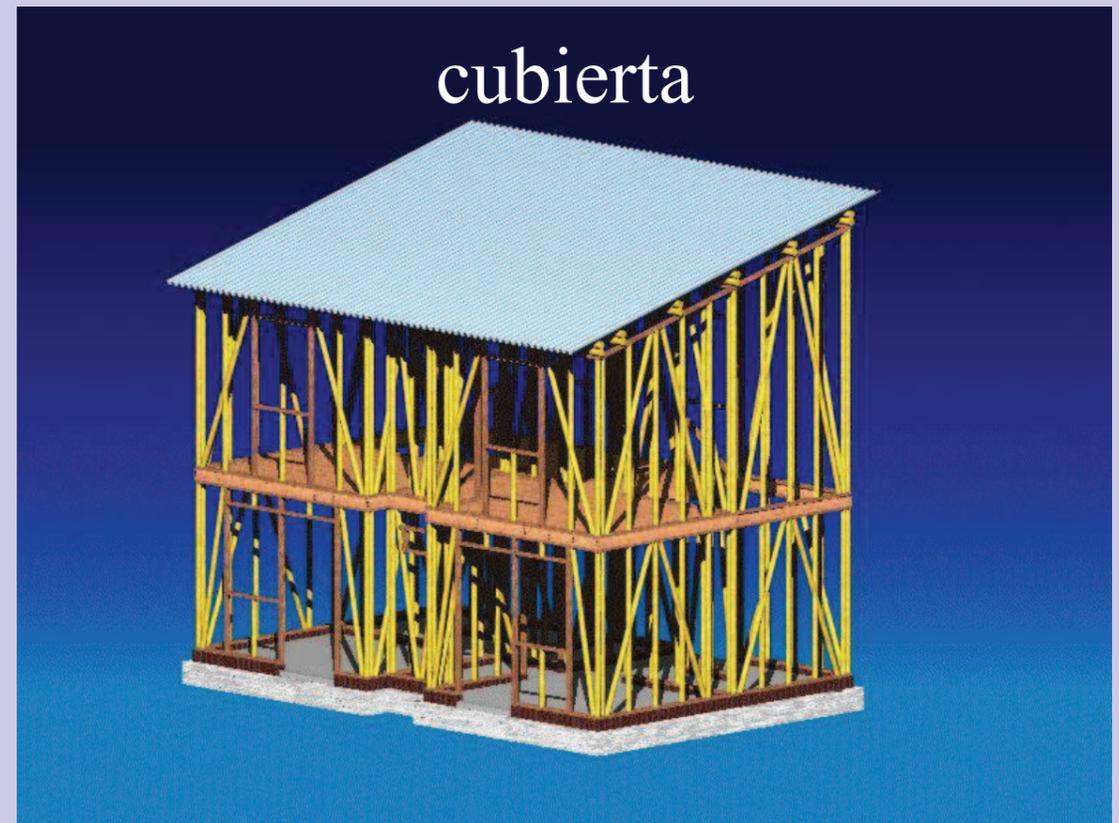
Esqueleto de muros piso 2°



Esqueleto de muros completo

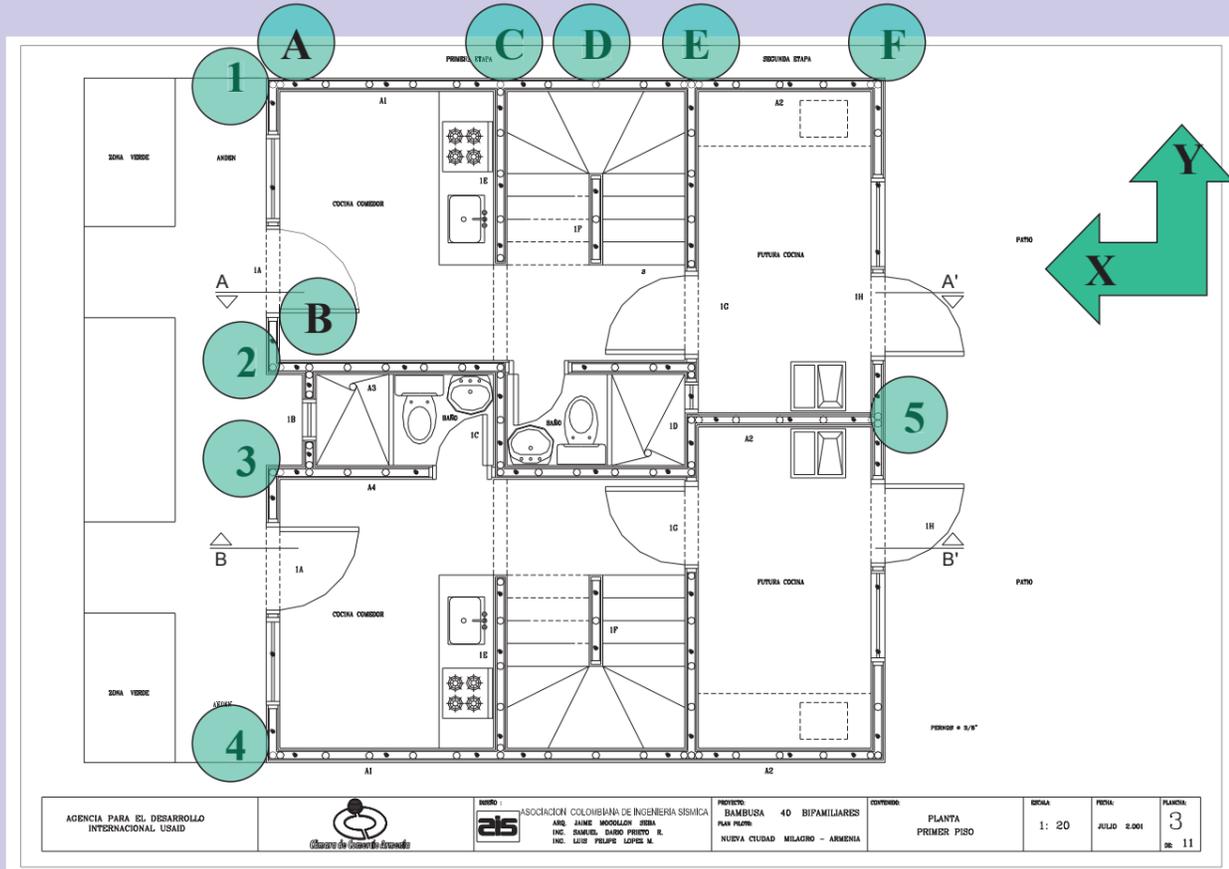


Alfardas de techo

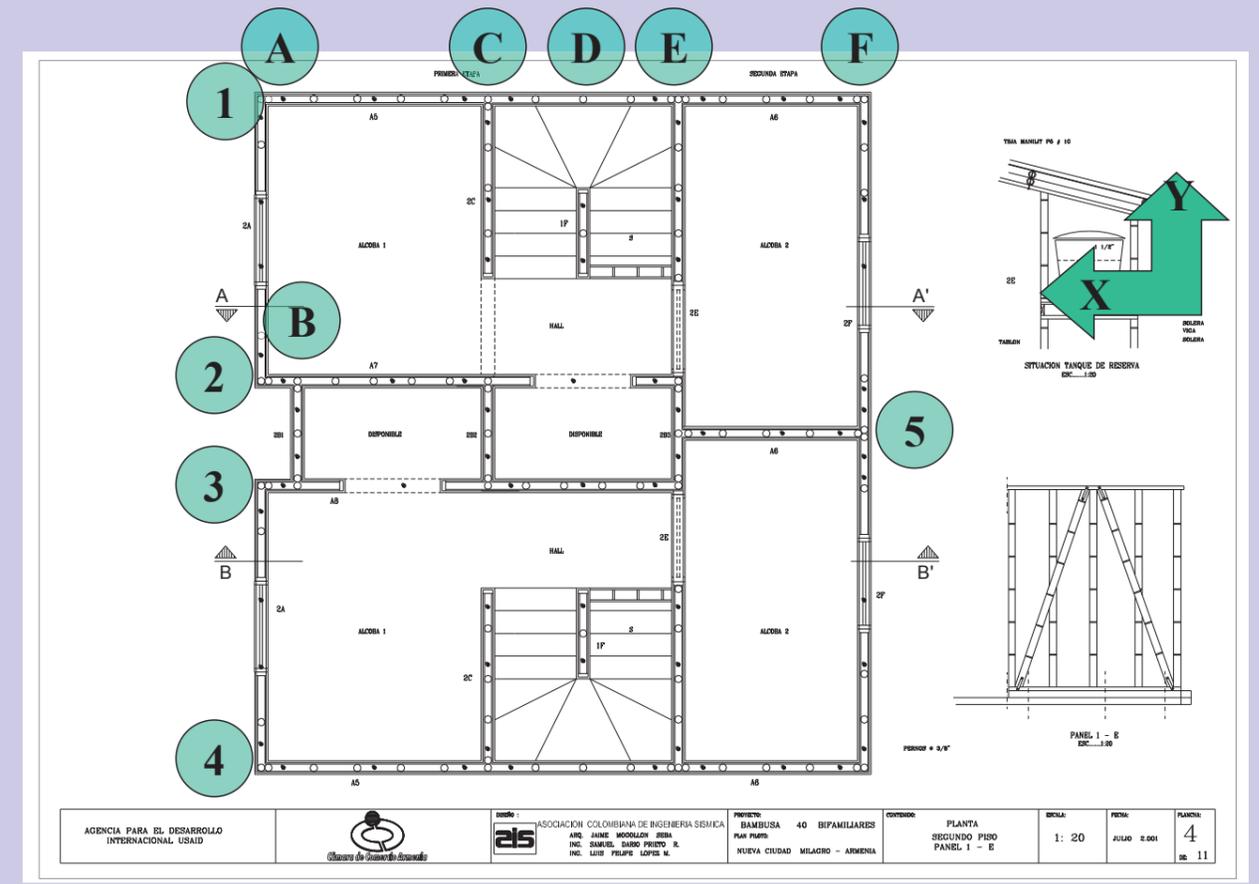


cubierta

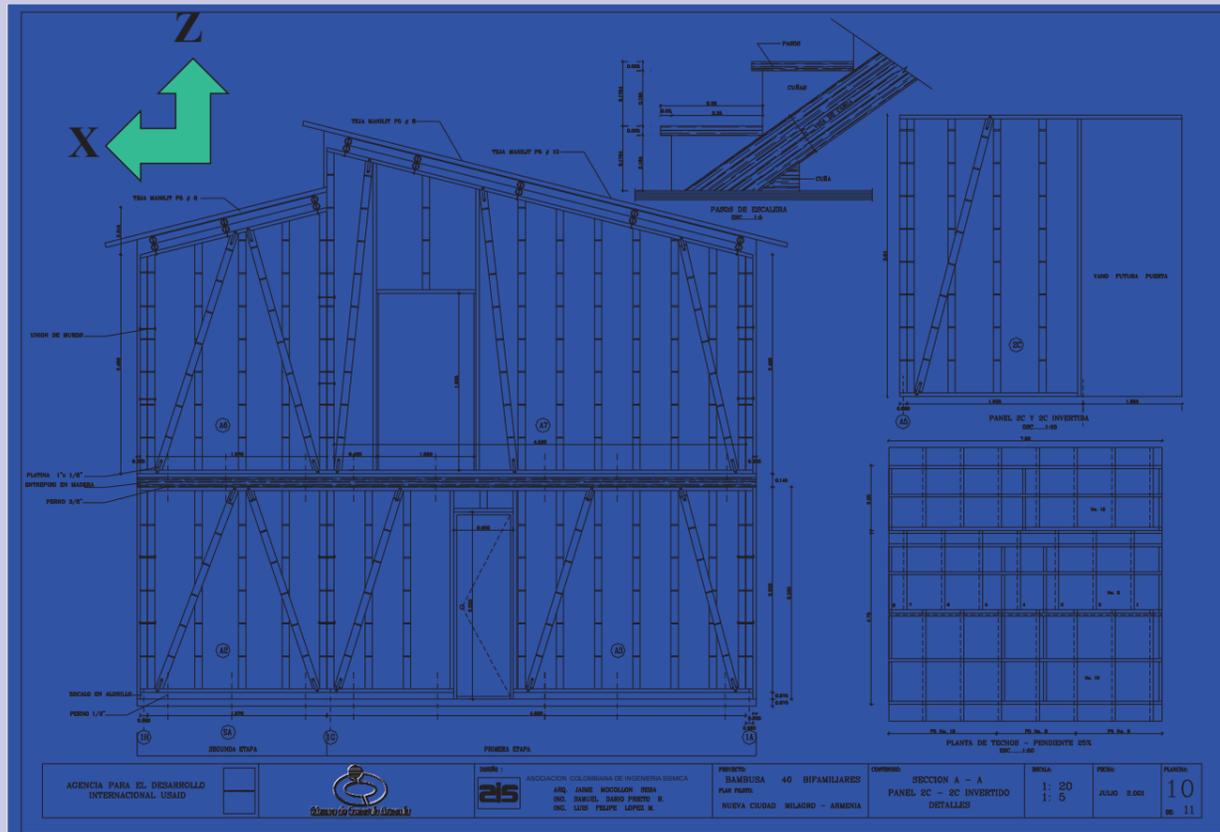
Bambusa - Planta Piso 1°



Bambusa - Planta Piso 2°



Bambusa - Sección



C_B, según amenaza sísmica

Amenaza Sísmica	A _a	C _B
Alta	0,40	0,32
	0,35	0,28
	0,30	0,24
Intermedia	0,25	0,20
	0,20	0,16
	0,15	0,16
Baja	0,10	0,16
	0,05	0,16

Longitud de muros en cada dirección

Primera Etapa (Ejes A-E)

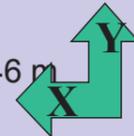
$C_b = 0.20$ (Para Armenia)



Primer piso

Segundo piso

L_x	=	12,42 m	L_x	=	11,46 m
L_y	=	15,72 m	L_y	=	9,69 m
A_{p_1}	=	53,77 m ²	A_{p_2}	=	25,55 m ²
A_{p_1}	=	Area entrepiso + Area cubierta x 2/3	A_{p_2}		
	=	Area cubierta x 2/3 (Cubierta liviana)			
$L_i = 0,20 \cdot A_{p_1}$	=	10,75	$0,20 \cdot A_{p_2}$	=	5,11 (E.7-1)
L_x	>	$0,20 \cdot A_p$	L_x	>	$0,20 \cdot A_p$
12,42	>	10,75	11,46	>	5,11
L_y	>	$0,20 \cdot A_p$	L_y	>	$0,20 \cdot A_p$
15,72	>	10,75	9,69	>	5,11



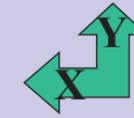
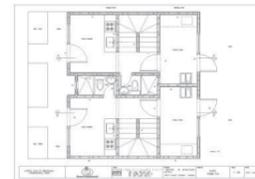
VERIFICACION DE SIMETRÍA DE MUROS

Primer piso, sentido y

Muro	L (m)	b (m)	B (m)	L*b
A1-4	2,36	0	4,75	0
B2-3	1,07	0,4		0,43
C1-4	5,43	2,5		13,58
D	1,92	3,55		6,82
E1-4	4,94	4,6		22,72
Σ	15,72		Σ	43,6

$$(43.60/15.72 - 4.75/2) / 4.75 = 0,083$$

$$< 0,15 \quad (E.7-2)$$



VERIFICACION DE SIMETRÍA DE MUROS

Primer piso, sentido x

Muro	L (m)	b (m)	B (m)	L*b
1A-E	2,26	0	7,5	0
2A-E	3,95	3,1		12,25
3A-E	3,95	4,25		16,79
4A-E	2,26	7,35		16,61
Σ	12,42		Σ	45,65

$$(45.65 / 12.42 - 7.5 / 2) / 7.5 = -0,01 <$$

$$0,15$$



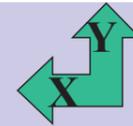
VERIFICACION DE SIMETRÍA DE MUROS

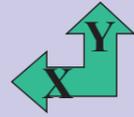
Segundo piso, sentido y

Muro	L (m)	b (m)	B (m)	L*b
A1-4	2,36	0,18	5,11	0,42
B2-3	1,07	0,655		0,70
C1-4	3,01	2,755		8,28
E1-4	3,25	4,855		15,80
Σ	9,69		Σ	25,20

$$(25.2 / 9.69 - 5.11 / 2) / 5.11 = 0,01$$

$$< 0,15$$





VERIFICACION DE SIMETRÍA DE MUROS

Segundo piso, sentido X

Muro	L (m)	b (m)	B (m)	L*b
1A-E	2,26	0	7,5	0
2A-E	3,47	3,10		10,76
3A-E	3,47	4,25		14,75
4A-E	2,26	7,35		16,61
Σ	11,46		Σ	42,12

$$(42.12 / 11.46 - 7.5 / 2) / 7.5 = -0,01 < 0,15$$

METODO DE LA FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE

Casa de dos pisos

Coefficiente de uso : I = 1

(ocupación vivienda)

Aa = 0,25

Microzon. Armenia

Fv = 2,63

Microzon. Armenia

Fa = 1,76

Microzon. Armenia

Tc = 0,8 S

Microzon. Armenia

Ta = 0,81 seg

Proyecto Norma

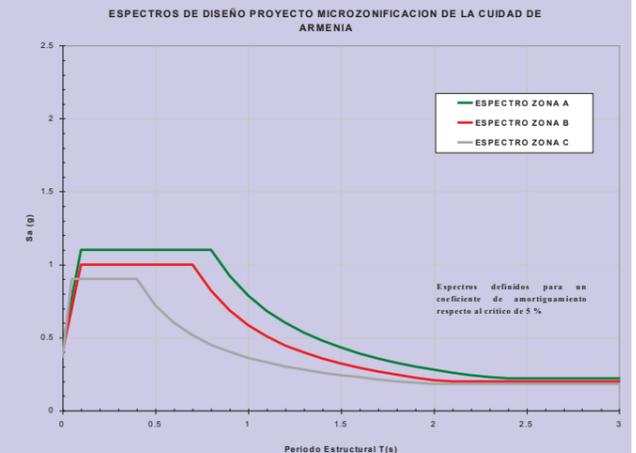
Tc = 0,8 > Ta

Sa = $1,2 * Aa * Fv * I / T^{1,5}$

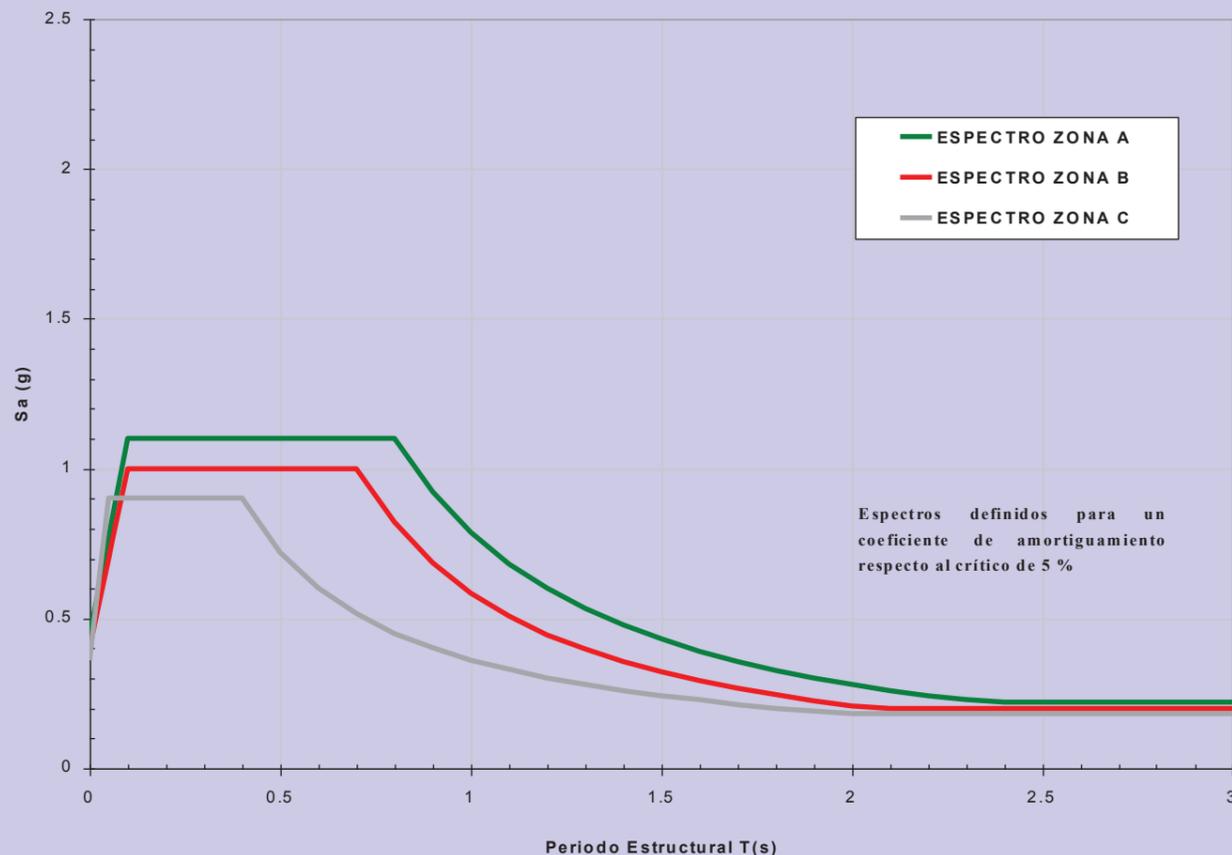
Sa = 1,08

Vs = Sa * g * M

Vs = 175,69 kN



ESPECTROS DE DISEÑO PROYECTO MICROZONIFICACION DE LA CUIDAD DE ARMENIA



Distribución de Vs en los diferentes niveles

$$F_x = C_{vx} * V_s$$

$$C_{vx} = m_x * h_x^k / (\sum m_i h_i^k)$$

$$k = 1,25$$

Cv1 = 0,11758 Muros piso 1

F1 = 20,66 kN

Cv2 = 0,12472 Entrepiso

F2 = 21,91 kN

Cv3 = 0,62566 Muros piso 2

F3 = 109,92 kN

Cv4 = 0,13204 Cubierta

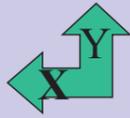
F4 = 23,20 kN

V1 = F1+F2+F3+F4 Cortante en la base

V2 = F3+F4 Cortante en el entrepiso

V1 = 175,69 kN

V2 = 133,12 kN



RESISTENCIA DE MUROS PRIMER PISO

sentido x:

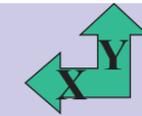
Long. muro(m)	Tipo	Resist. Total (kN)
7,9	2 caras	$7,9 \times 8 = 63,20$
4,52	1 cara	36,16

RESISTENCIA TOTAL EN X = **99,36 kN**

sentido y:

Long. muro (m)	Tipo	Resist. Total (kN)
15,72	2 caras	125,76 kN

RESISTENCIA TOTAL EN Y = **125,76 kN**



RESISTENCIA DE MUROS SEGUNDO PISO

sentido x:

Long. muros (m)	Tipo	Resist. Total (kN)
6,94	2 caras	$6.94 \times 8 = 55,52$
4,52	1 cara	36,16

RESISTENCIA TOTAL EN X = **91,68 kN**

sentido y:

Long. muros (m)	Tipo	Resist. Total (kN)
5,57	2 caras	44,56
4,12	1 cara	32,92

RESISTENCIA TOTAL EN Y = **77,48 kN**

Demanda Sísmica vs. Resistencia de muros

$$F_s = R / D$$

$$D = V_i \times 0.7 / 1.5$$



Primer Piso:

$V_1 = 175,69$ kN	$D = 81,99$ kN
$R_x = 99,36$ kN	$F_s = 1,21$
$R_y = 125,76$ kN	$F_s = 1,53$



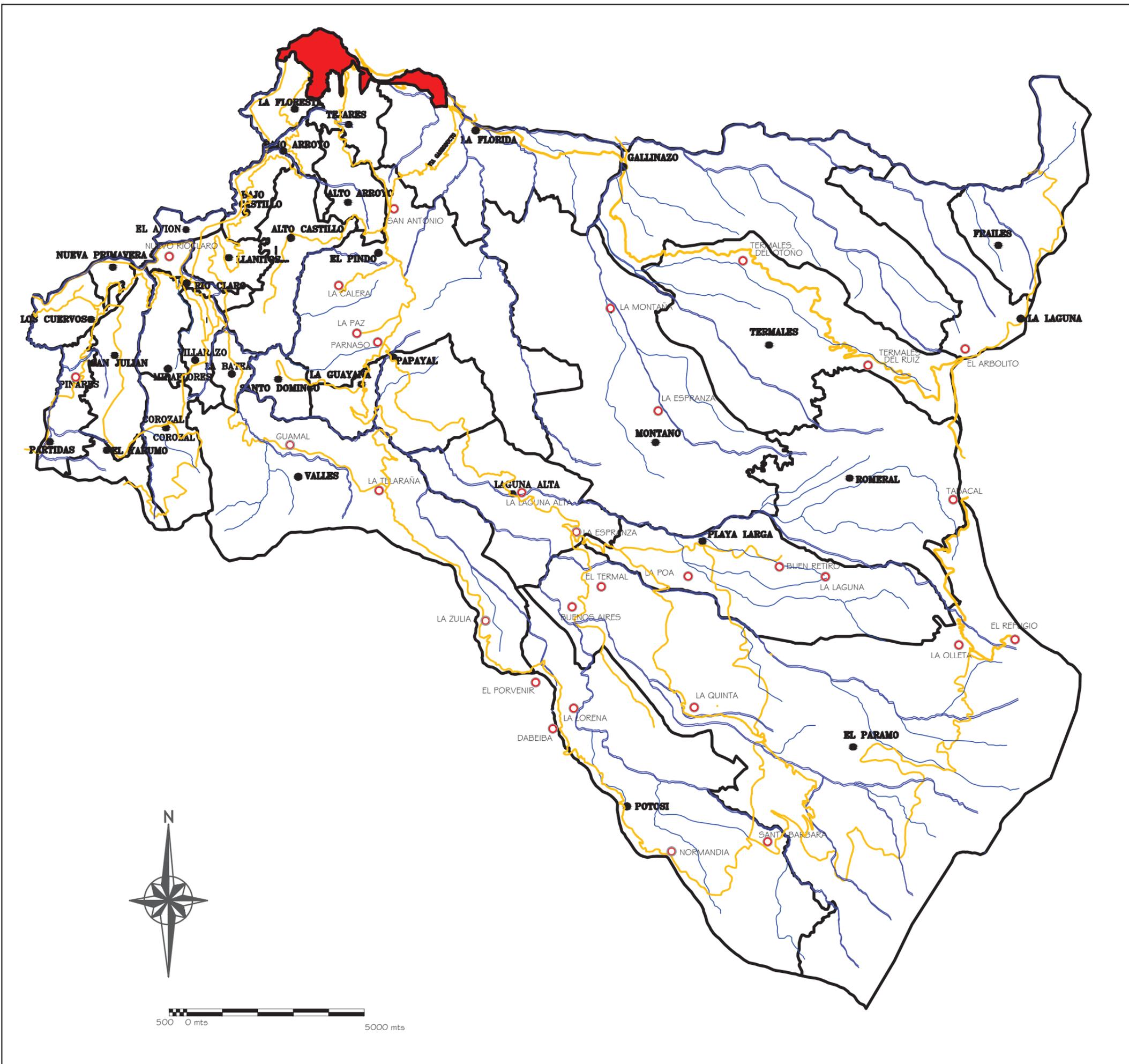
Segundo piso:

$V_2 = 133,12$ kN	$D = 62,12$ kN
$R_x = 91,68$ kN	$F_s = 1,48$
$R_y = 77,48$ kN	$F_s = 1,25$

Como $F_s > 1.0$, la cantidad de muros es satisfactoria en ambos pisos y en ambas direcciones.

2. PLANOS

2.1 División rural en Villamaría (Colombia)



"TODOS POR VILLAMARIA"

ALCALDIA DE VILLAMARIA
PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

MUNICIPIO DE
VILLAMARIA

ACUERDO N°
MAPA N° 12
DIVISION POLITICA PROPUESTA

CONVENCIONES
● VEREDAS

ELABORADO POR:
GEOL. FÉLIX ESCARDO GONZÁLEZ D.

CONSEJO POR:
ABD. NELSON HIDALGO SALAZAR
MEMBRADO DE PLANEACION

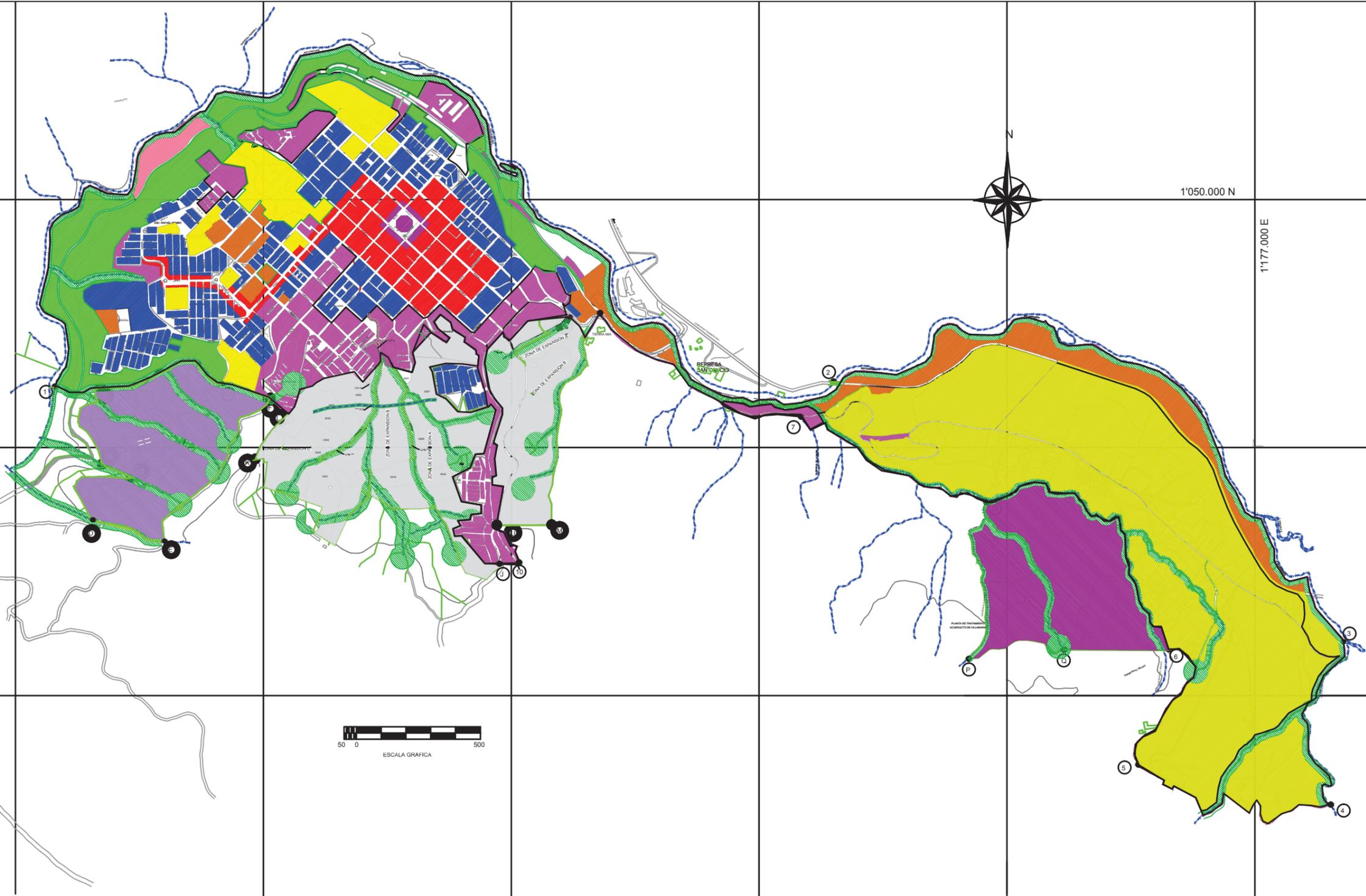
ELABORADO POR:

FUENTE:
CORPOCALDAS
I.G.A.C.
DANE

FECHA:
MARZO DE 2007

ESC: 1 : 50.000

2.2 Usos del suelo rural en Villamaría (Colombia)



1'171.000 E

1'048.000 N

1'050.000 N

1'177.000 E



ALCALDIA DE VILLAMARIA
"TODOS POR VILLAMARIA"

PLAN BASICO DE
ORDENAMIENTO TERRITORIAL

CONTIENE
ACUEDO N°
MAPA N° 9
ZONAS URBANISTICAS
HOMOGENEAS Y
TRATAMIENTOS URBANISTICOS

CONVENCIONES			
	RIOS Y QUEBRADAS		ZONA MIXTA COMERCIAL URBANA
	VIAS		ZONA RESIDENCIAL URBANA
	CURVAS DE NIVEL		ZONA RESIDENCIAL DE BAJA DENSIDAD
	COORDENADAS		ZONA RESIDENCIAL DE MEDIANA DENSIDAD
			ZONA INDUSTRIAL URBANA
			ZONA INSTITUCIONAL URBANA
			ZONA HISTORICA
			ZONA DE PROTECCION AMBIENTAL URBANA
			ZONA DE RONDAS DE RIOS Y QUEBRADAS
			ZONA DE EXPANSION LA FLORIDA
			ZONA DE EXPANSION SUR OCCIDENTAL
			ZONA DE EXPANSION SUR ORIENTAL
			ZONA DE RESERVA ESCOMBREIRA

FECHA:
MARZO DE 2007

ESCALA:
1 : 7500

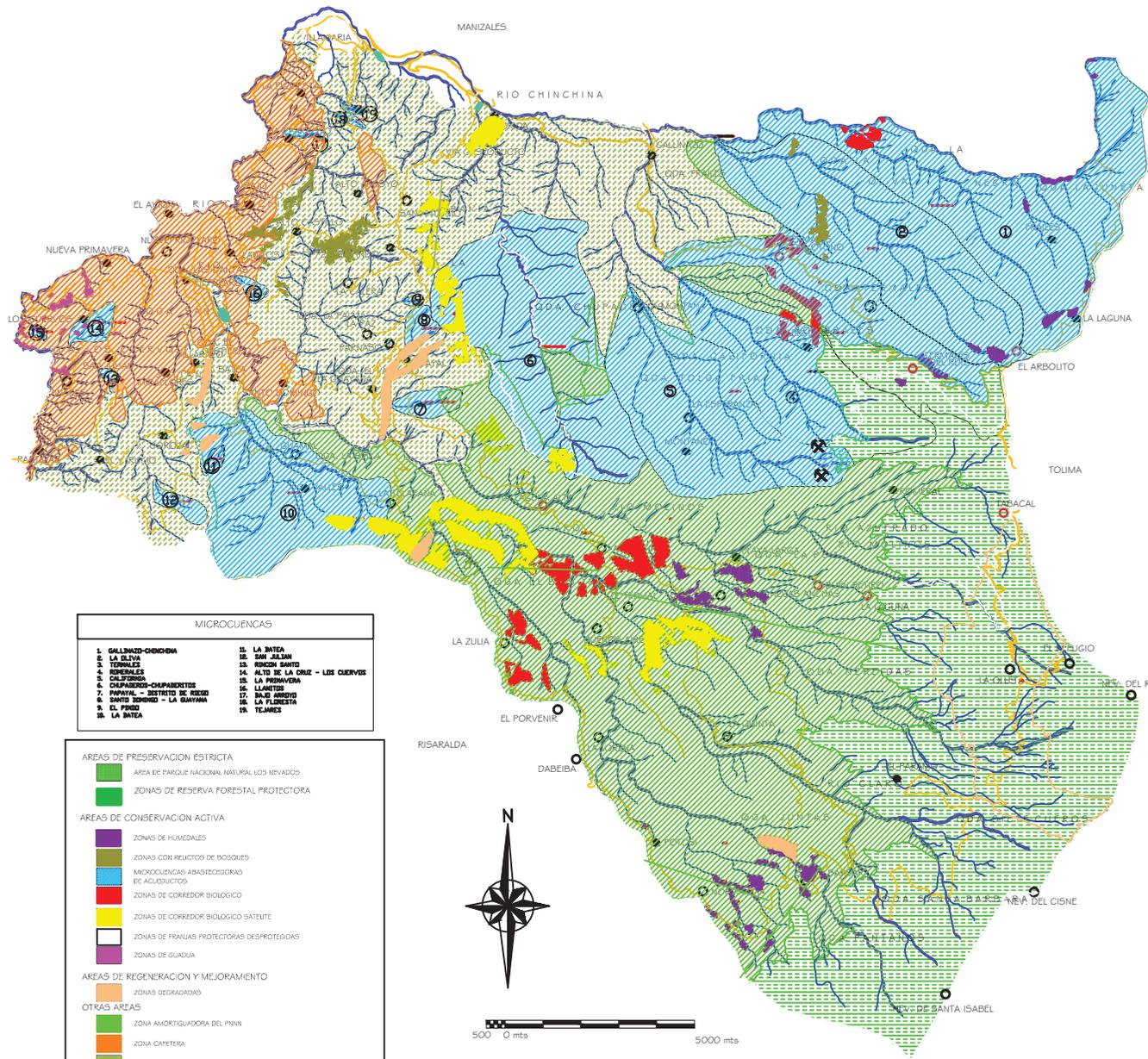
REALIZADO POR:
INGENIERA INDUSTRIAL
VALENTINA LOPEZ

FUENTES
MUNICIPIO DE VILLAMARIA
CORPOCALDAS
I.G.A.C
DANE

CORREGIDO POR
ARQ. NELSON HIDALGO SALAZAR
PLANEACION MUNICIPAL

OBSERVACIONES

2.3 Usos del suelo rural de Villamaría (Colombia)



MICROCUCENCAS

1. GALLINAZO-CHIMERA	11. LA BATEA
2. LA ELVA	12. SAN JESUS
3. TERNALIZ	13. RINCON SANTO
4. MANIZALES	14. ALTO DE LA CRUZ - LOS QUERVIDOS
5. CALIFORNIA	15. LA PRIMAVERA
6. CHAPARRALES-CHAPARRITOS	16. LLANITOS
7. PAPAYAL - DISTRITO DE BESO	17. SAN JUAN
8. SANTO DOMINGO - LA GUAYANA	18. LA FLORESTA
9. EL PRISO	19. TEJAMES
10. LA BATEA	

AREAS DE PRESERVACION ESTRICTA

- AREA DE PARQUE NACIONAL NATURAL LOS NEVADOS
- ZONAS DE RESERVA FORESTAL PROTECTORA

AREAS DE CONSERVACION ACTIVA

- ZONAS DE HUMEDALES
- ZONAS CON RELICTOS DE BOSQUES
- MICROCUCENCAS AMORTIGUADORAS DE ACUÍFOTOS
- ZONAS DE CORREDOR BIOLÓGICO
- ZONAS DE CORREDOR BIOLÓGICO SATELITE
- ZONAS DE FRANJAS PROTECTORAS DESPROTEGIDAS
- ZONAS DE GUADUA

AREAS DE REGENERACION Y MEJORAMIENTO

- ZONAS DEGRADADAS

OTRAS AREAS

- ZONA AMORTIGUADORA DEL PNN
- ZONA CARPENTERA
- ZONA DE USO AGRICOLA



"TODOS POR VILLAMARIA"

ALCALDIA DE VILLAMARIA
PLAN DE GOBIERNO TERRITORIAL

MUNICIPIO DE VILLAMARIA

ACUERDO N° MAPA N° 11
MAPA DE USO DEL SUELO RURAL PROPUESTO

CONVENCIONES

- RIOS O QUEBRADAS
- CURVAS DE NIVEL
- VIAS
- LIMITE DE VEREDA
- LIMITE DEL PNN
- LIMITE ZONA DE AMORTIGUACION
- LIMITE DE ZONA DEGRADADA EN EL PNN
- VEREDAS
- SITOS
- ACTIVIDAD MINERA
- EXPLOTACION DE MATERIAL DE ARRABASTE

CONSEJO PDR
GEN. FELIX VICARIO GONZALEZ D.

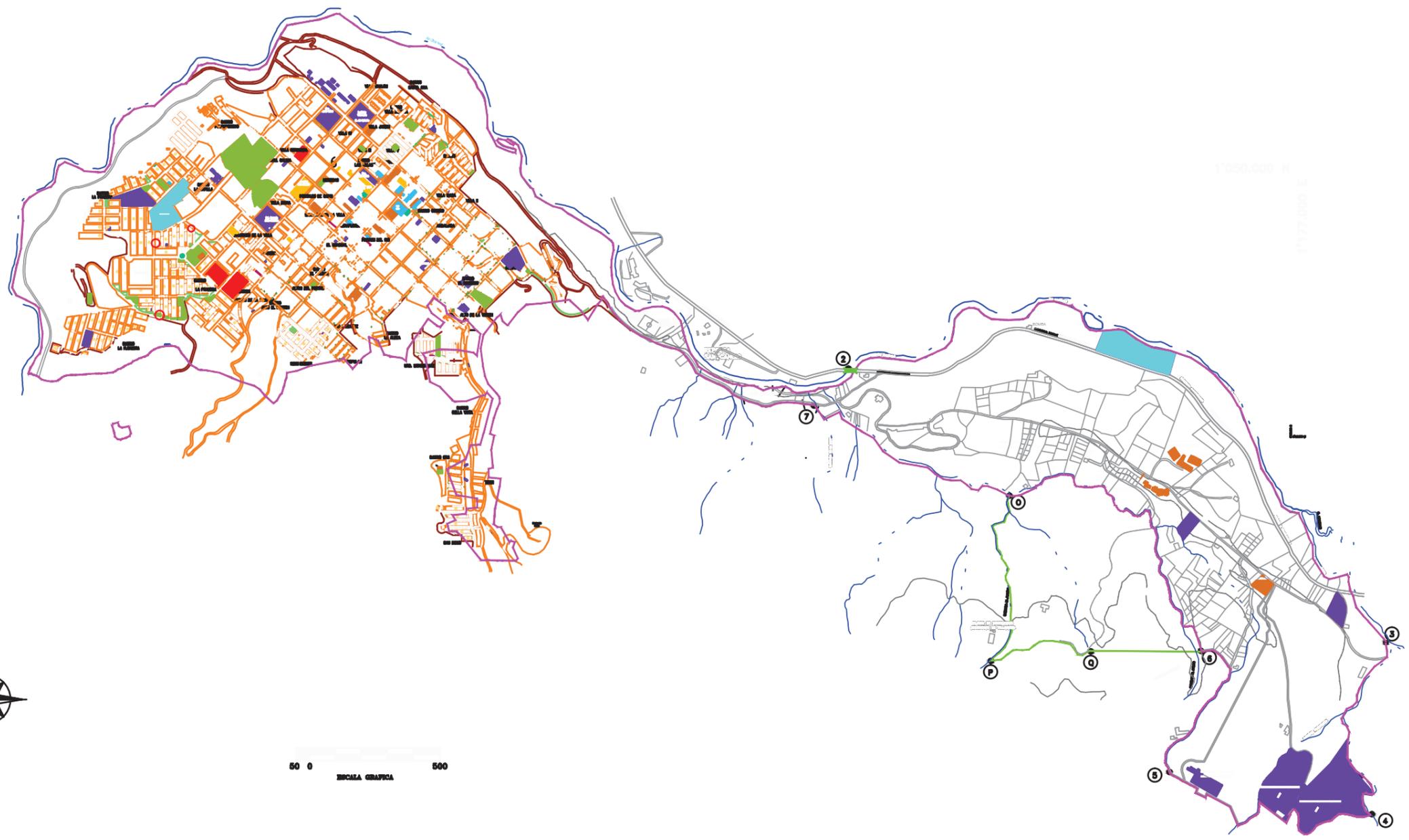
COMITE PDR
ANA. MIRIAM VILLALBA SALAZAR
CONSEJERA DE PLANIFICACION

CORPOCALDAS
I.G.A.C
DANE
UMATA
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

MARZO DE 2007

Escr: 1 : 50.000

2.4 Equipamiento urbano de Villamaría (Colombia)



1°17'10.000\"/>



50 0 500
 ESCALA GRAFICA



ALCALDIA DE VILLAMARIA
 "TODOS POR VILLAMARIA"

PLAN BASICO DE
 ORDENAMIENTO TERRITORIAL

CONTIENE
 ACUERDO N°
 MAPA N° 8
 EQUIPAMIENTO URBANO

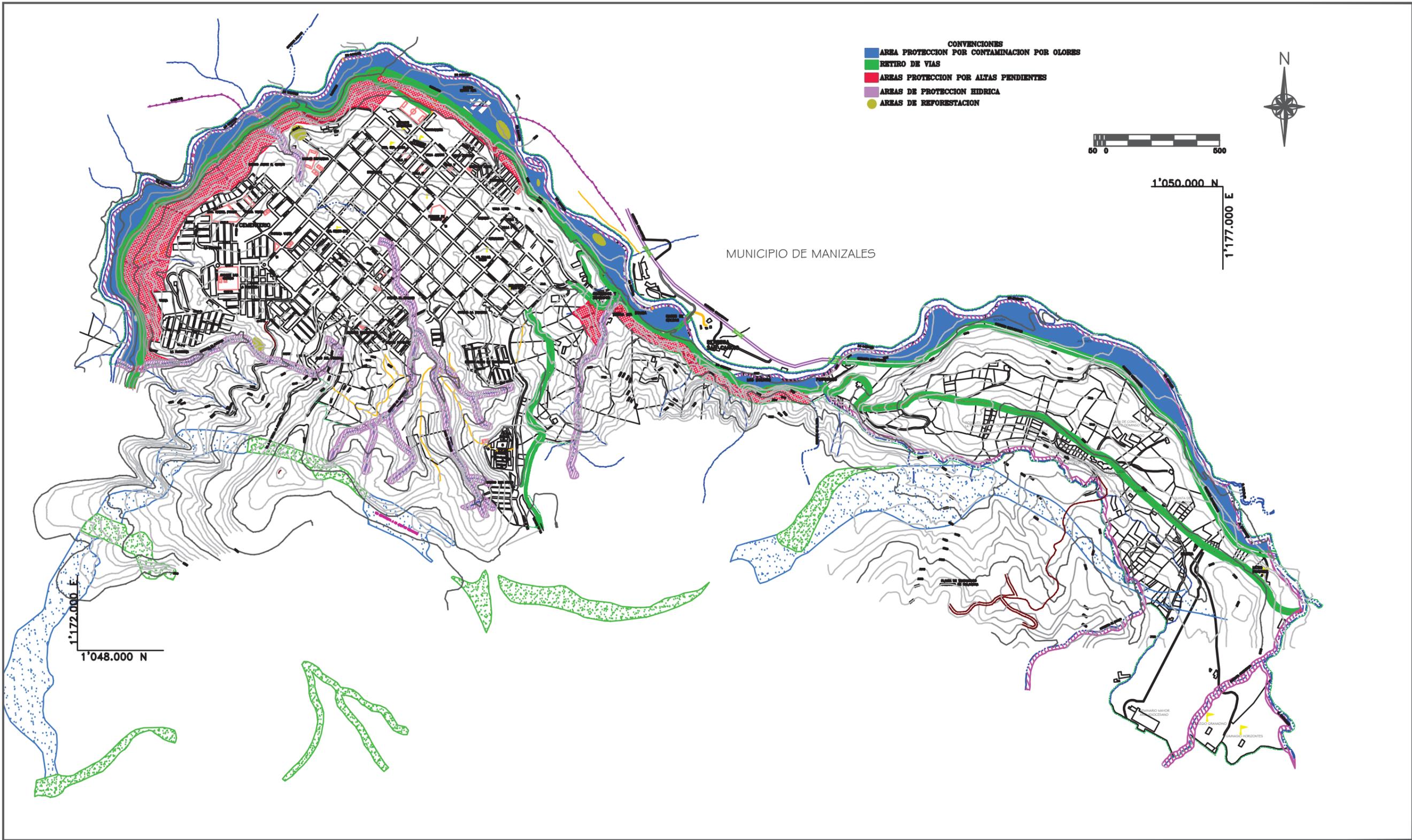
CONVENCIONES					
	Cementerio		Centro de salud		Parque
	Educativo		Iglesia		CAI - Policia
	Administrativo		Bomberos		COORDENADAS

FECHA:	
ELABORADO POR:	
REVISADO POR:	INGENIERA INDUSTRIAL VALENTINA LOPEZ

FUENTES

OBSERVACIONES

2.5 Reserva y protección ambiental en la zona urbana de Villamaría (Colombia)



ALCALDIA DE VILLAMARIA
"TODOS POR VILLAMARIA"



MUNICIPIO DE
VILLAMARIA
PLAN BASICO DE
ORDENAMIENTO TERRITORIAL

CONTIENE
MAPA N°
MAPA DE ZONAS DE
RESERVA Y PROTECCION
AMBIENTAL

CONVENCIONES	
■ Protec. Ambiental	■ Protec. Contam.
■ Riesgo Erosion	■ Protec. Pendientes
■ Area Prot. Hidrica	■ Reforestacion

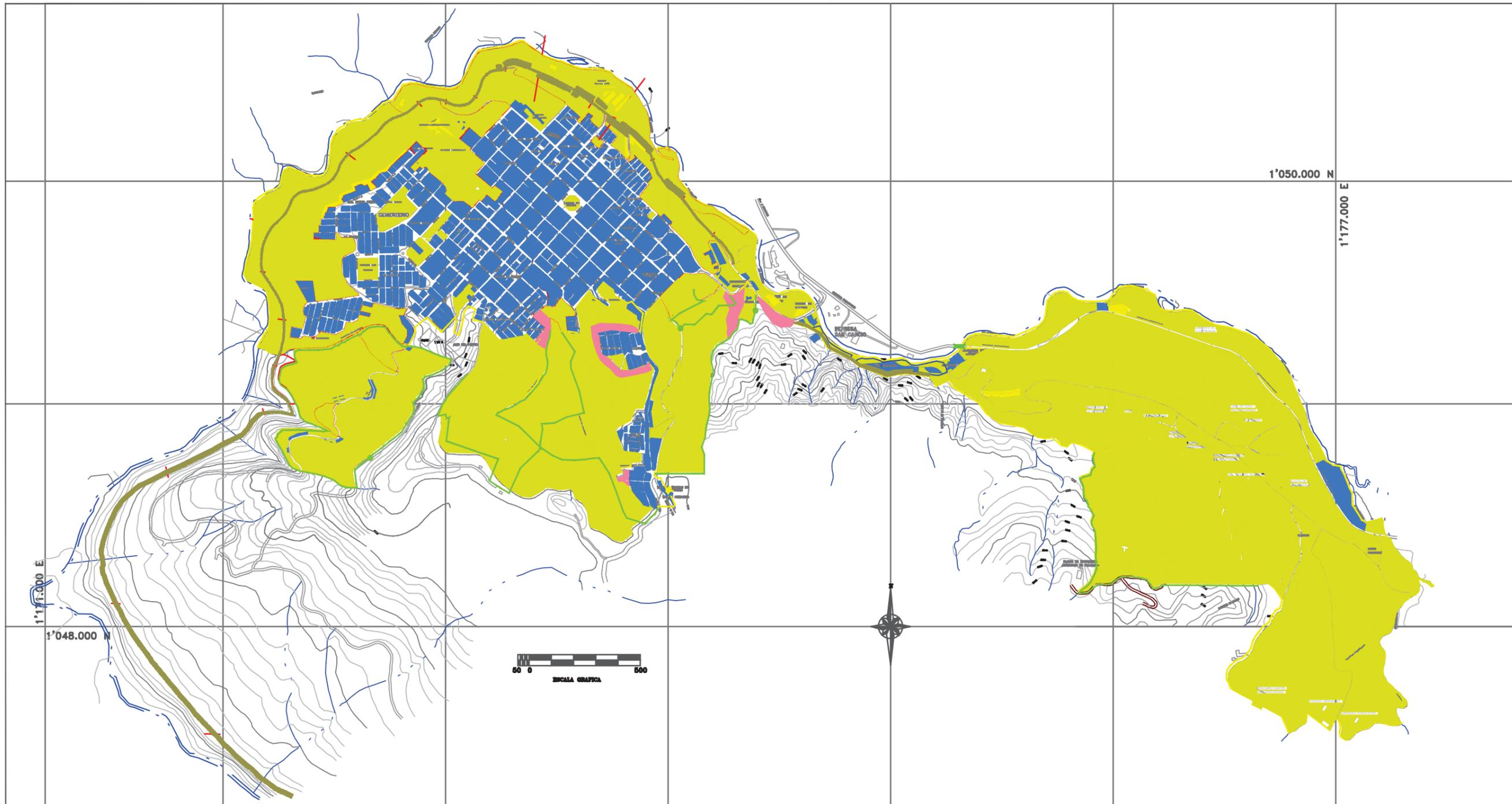
REALIZADO POR:
GEOL. JORGE ELIECER BUTRAGO
GEOL. (T) FELIX RICARDO GIRALDO D.
ARQUITECTO NELSON HIDALGO SALAZAR

FUENTES
MUNICIPIO DE VILLAMARIA
CORFOCALDAS
I.G.A.C.
DANE

DECEMBER DE 1999

ESC : 1 : 5000

2.6 Riesgo urbano en la zona urbana de Villamaría (Colombia)



ALCALDIA DE VILLAMARIA
"TODOS POR VILLAMARIA"

PLAN BASICO DE
ORDENAMIENTO TERRITORIAL

CONTIENE

RIESGO URBANO

CONVENCIONES

- RIOS Y QUEBRADAS
- VIAS
- CURVAS DE NIVEL
- COORDENADAS
- MANZANEO
- BOX COULBERT
- RIESGO ALTO INEXTRINSECO POR DESLIZAMIENTO
- RIESGO ALTO NO EXTRINSECO POR DESLIZAMIENTO
- RIESGO ALTO INTRINSECO
- RIESGO MODERADO ALTO
- RIESGO MODERADO INTRINSECO
- RIESGO BAJO INTRINSECO, FUNDACION Y DESLIZAMIENTO

FECHA	ESCALA
MAYO DE 2006	1 : 7500
ELABORADO POR	
GEOL.FELIX RICARDO GIRALDO D.	
COORDINADO POR	
ARQ. NELSON HIDALGO SALAZAR	

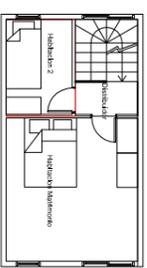
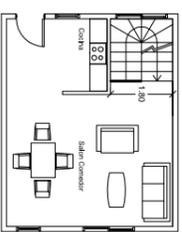
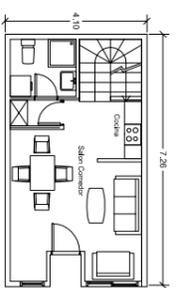
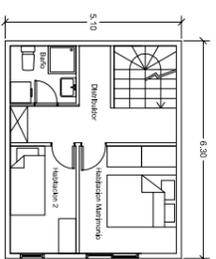
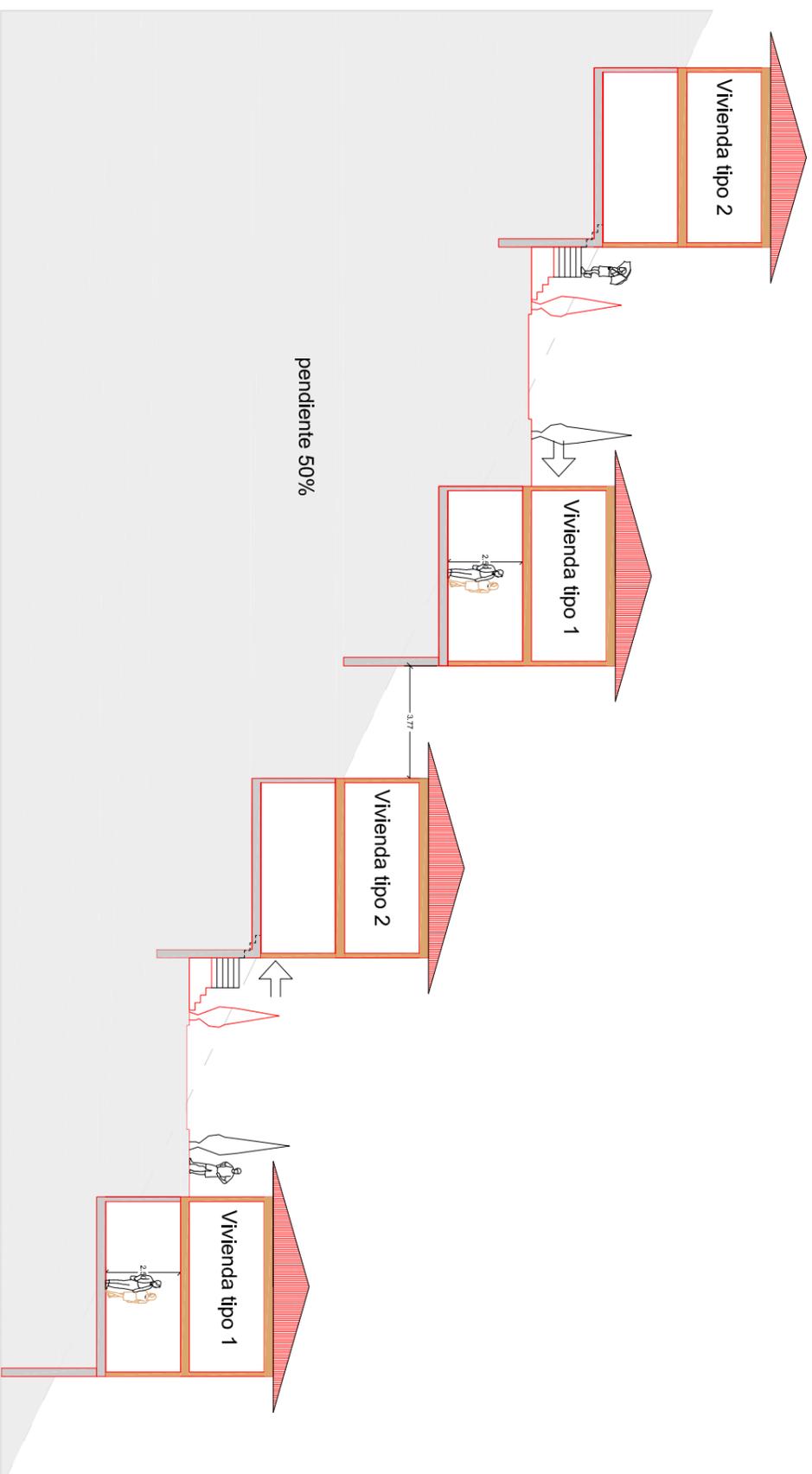
FUENTES

MUNICIPIO DE VILLAMARIA
CORPOCALDAS
GOBERNACION DE CALDAS
I.G.A.C
DANE

OBSERVACIONES

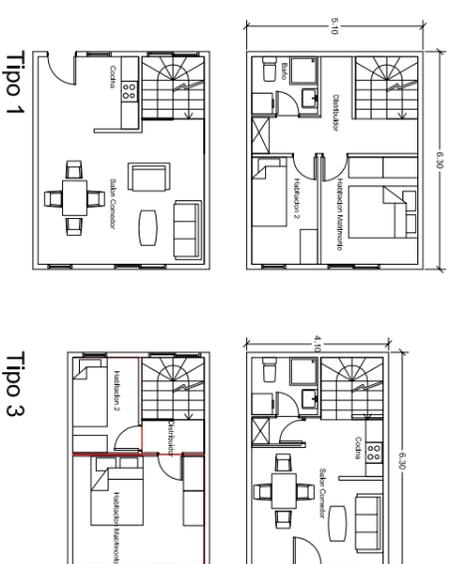
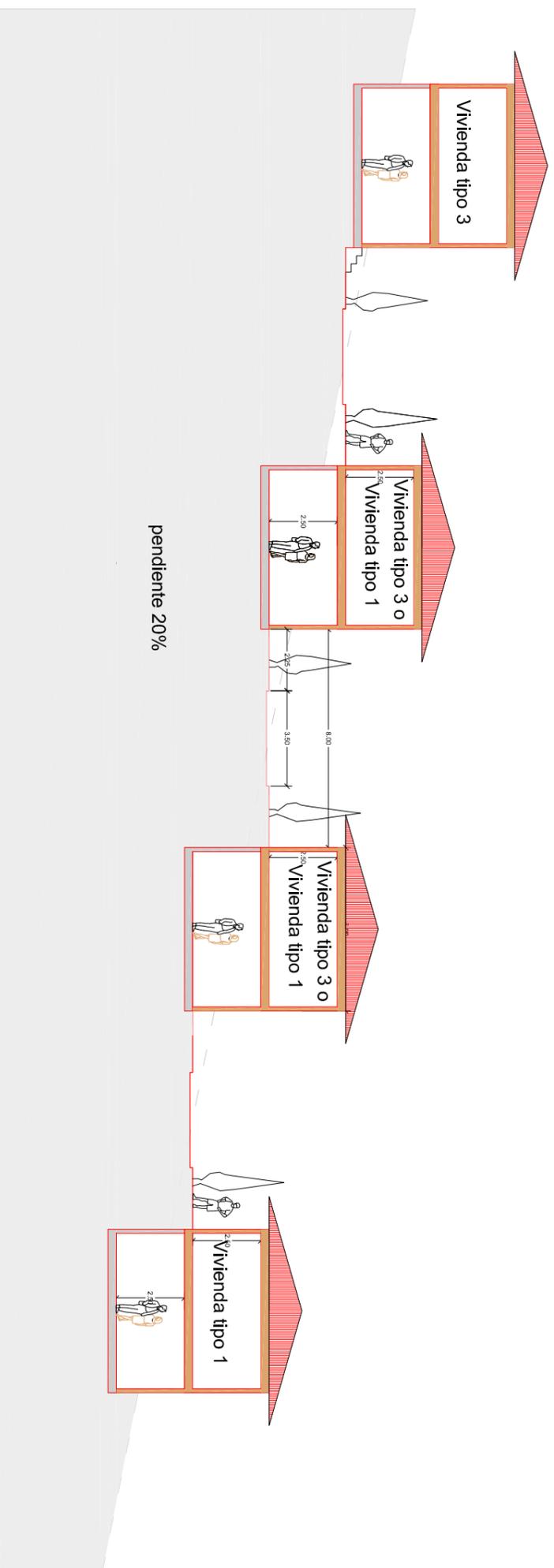
2.7 Propuesta 3 tipos de vivienda y vias

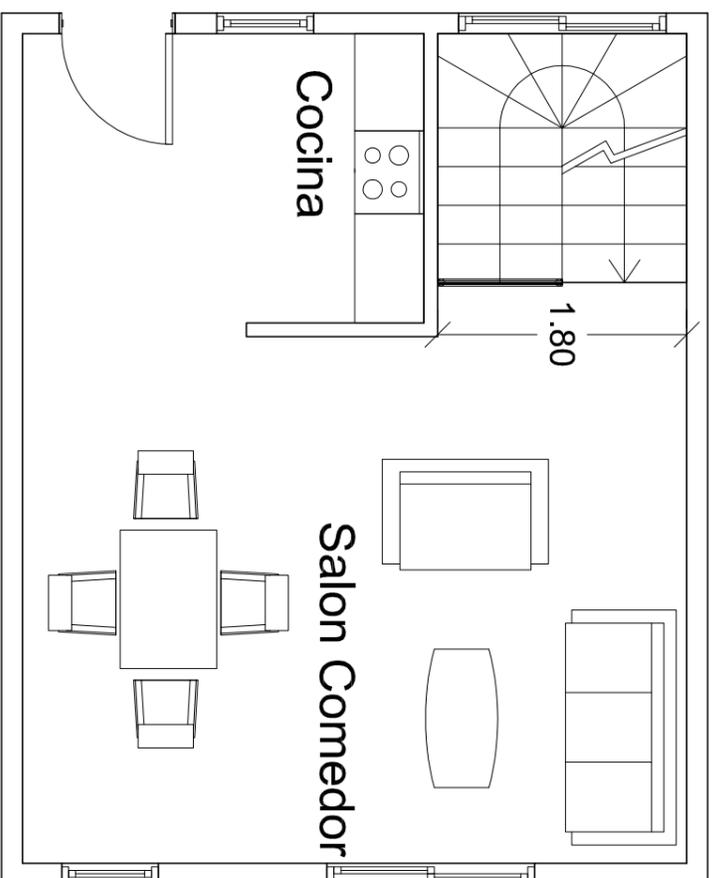
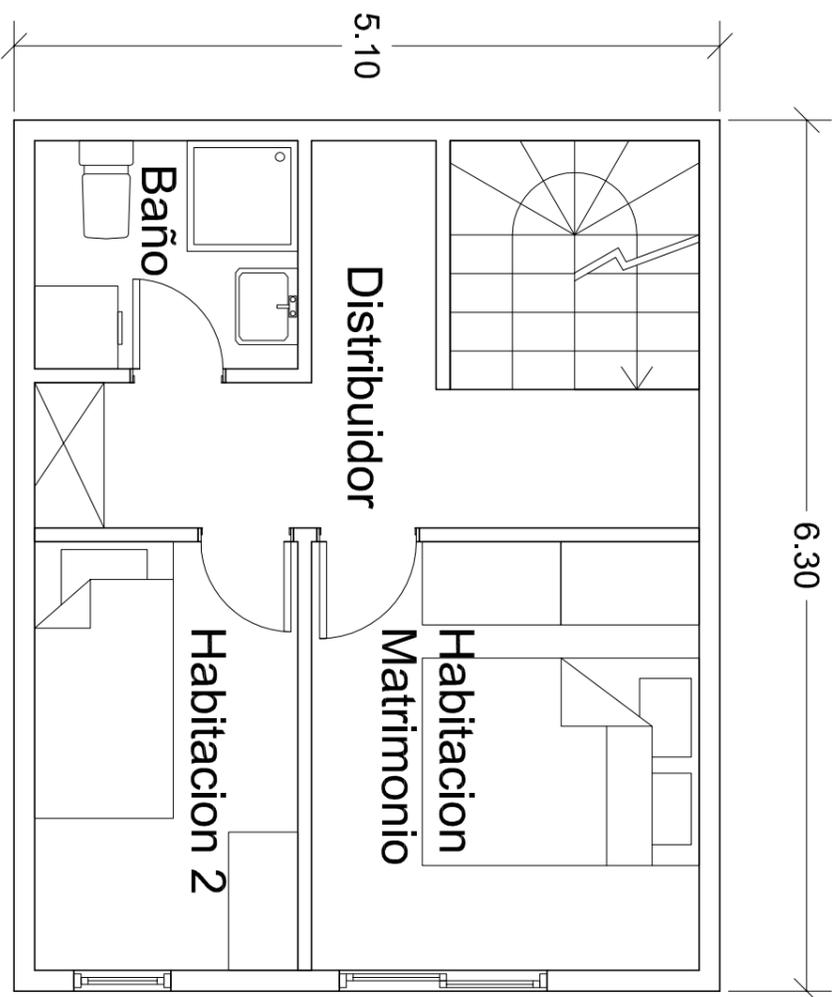




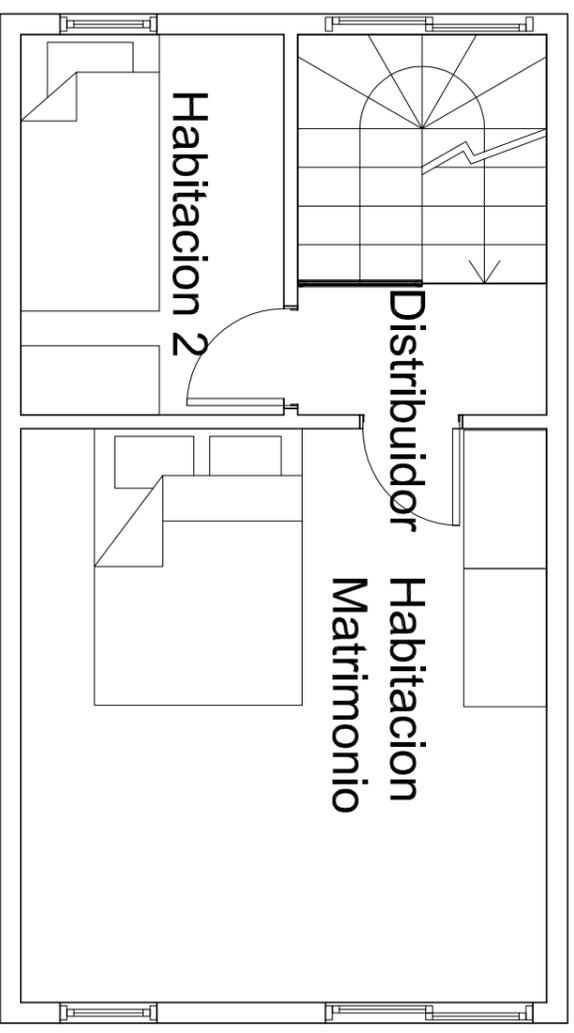
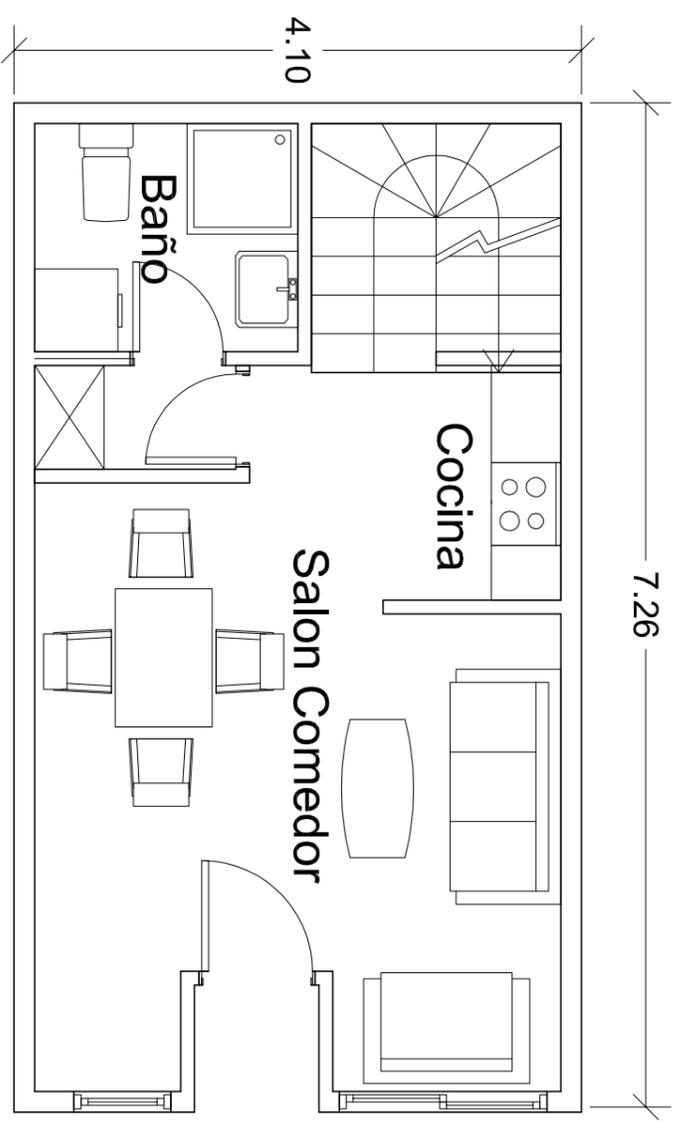
Tipo 1

Tipo 2

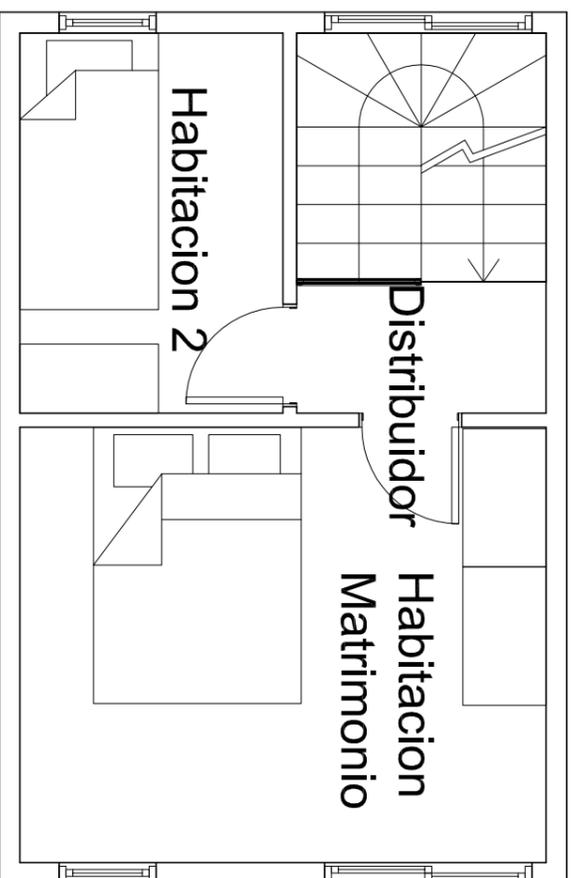
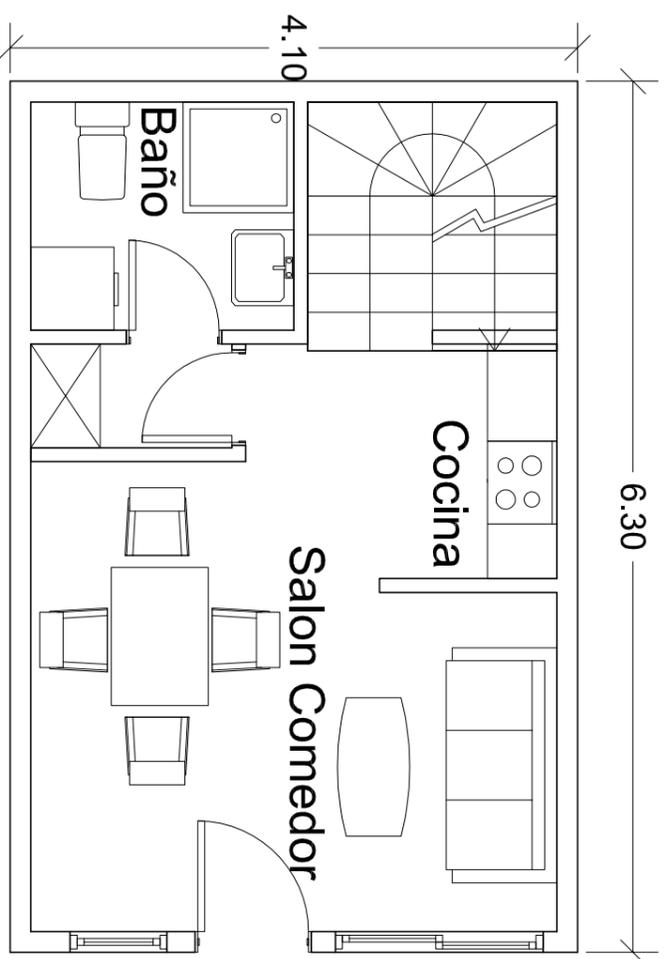




Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3

3. TERCERA LENGUA, INGLÉS

2. PROLOGUE

It all started in the first semester of 2011. Both of us were in the optional courses of Sustainability, when in the Building and Environment course given by Montserrat Bosch, the professor Luz Stella Velasquez from Colombia, who presented a class on reconstruction, sustainability and traditional building systems from her country. At the end of her class, she proposed a project on building a traditional constructive system, the Bahareque, in Colombia. We were the only ones from that class that added the proposal to be part of our final project.

After a long time waiting to fulfil the project, finally in April Luz Stella returned to Barcelona and we could talk to her to determine the project and what we are going to do in Colombia, thanks to an agreement between our EPSEB university, in particular the GICITED department with the IDEA center (Environmental Study Institute), an organization related to the Colombia National University (UNAL) which Luz Stella has worked with since a couple years and directed some time ago.

The project that she defined places us in a three-month stay in Colombia, in the Villamaría municipality and in the city of Manizales to help in a social interest housing project in the city council of Villamaría, project already related to IDEA.

With the bureaucracy permits, the first week of July we were already in Colombia living in the Villamaría municipality. There we were related to every town council staff, which placed us in their offices and gave us all the documentation and help we may need.

The first month allowed us to set the social contact with the people we knew both from the town council and IDEA, where we went to listen to and learn different projects they were carrying out.

With all the people met, we began to meet cover the territory, to listen to and learn, to take a look to every town, to every house, to the people's opinions, etc. we began understanding the country as a whole.

We had the opportunity to participate for a week in an international workshop by UNESCO in different towns of the Coffee Growing Region, which celebrated the first anniversary of the Coffee Region's Cultural Landscape heritage of humanity. There we had the chance to see the presentation of many projects in the conferences and to meet their authors—a week of great learning.

Everything above was made thanks to Professor Miguel Ángel Aguilar, IDEA collaborator and UNAL Architecture Department teacher, who lately gave us the opportunity in August to participate in one of his lectures on Urban Development where we learnt the origin and the reasons of the current urban morphology in the Colombian cities—a great experience.

We were having meetings with Luz Stella who set the guidelines to make the document of our project. From what we were learning of the fixed script, it helps us to find in the territory what we should learn. That is how we were making our project from the town council offices.

Finally, around mid-September we went back to Barcelona, where we finished our project with our tutor Montse Bosch who guided us for the elaboration of this document among so many information we brought from Colombia.

3.2 Apartados 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4



Figure 3.1. Colombia Map, Google Maps.



Figure 3.2. Colombia map, district, Wikipedia.

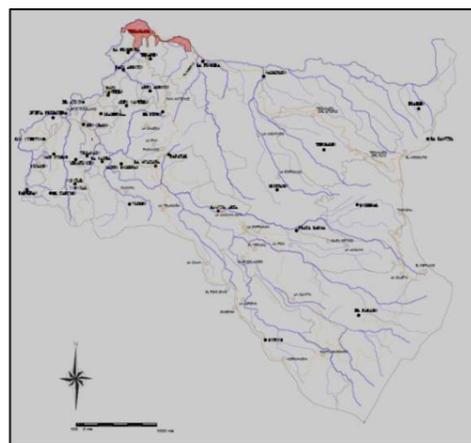


Figure 3.3. Villamaría map.

3. INTRODUCTION

3.1 Presentation

3.1.1 Villamaría

Villamaría is a municipality located in the Colombian Republic, in the Caldas department, which its capital is Manizales. This population is in the Andean central mountains. Villamaría is within the Parque de los Nevados.

The municipality has approximately 50,000 inhabitants: 35,000 in the urban area and 15,000 in the rural area. It has an area of 461 km². The urban and rural area proportions can be seen (Figure 3.3). The rural area is made of 34 districts.

The municipality is 1,920 meters above sea level in the volcanic zone, mainly because of the proximity with the Parque de los Nevados, making it a municipality with seismologic vulnerability.

The study object of this project is located in La Floresta district.

3.1.2 Seismic resistance

Earthquakes are natural phenomena caused by the tectonic plates' movement or geological fault line in the Earth's crust. They also produce the volcanic activity.

Colombia is part of the Pacific Ring of Fire, with a high seismic activity and high frequency of events.

Villamaría is located in a seismic movement zone, which determines the constructive typology of its buildings.

In order to understand the concept of seismic resistance in the housing construction in Colombia, we should first define some concepts:

Earthquake: soil undulatory movement or vibration, caused by the release of seismic energy accumulated within Earth, caused by pressure and tension of the Earth's interior.

Seismic threat: the possibility of important earth tremors to happen in a specific time and place. The seismic threat is different according to the territory.

We could check in the (Figure 3.5) that our study zone, the Villamaría town is in a high seismic threat zone, within the Colombian territory.

Seismic resistance: a building is seismic resistant if it is designed and built with a structural configuration capable of enduring the action of forces caused by earth tremors. It's a feature the buildings must have to guarantee safety.

That is the reason why Colombia has the Colombian Seismic Resistant Design and Construction Regulation (NSR/10), which defines the parameters to guarantee safety, although it cannot completely guarantee it, but secures less damage and prevent from the structural collapse.

If this construction regulation is not followed, non-seismic resistant buildings can be very vulnerable to an earth tremor.

SEISMIC FORCES

When an earth tremor takes place, buildings are affected in terms of movements:

- Horizontal forces
- Vertical oscillation
- Torsion

Everything at the same time; the housing is affected according to its shape and material.

Horizontal forces

The seismic waves are transmitted through the ground making horizontal efforts that can slide the foundations. Wall flexion and shearing (Figure 3.6)

Vertical oscillation

It causes few effects. It affects heavy elements: roof structures, cantilevers, balconies, etc. (Figure 3.7).

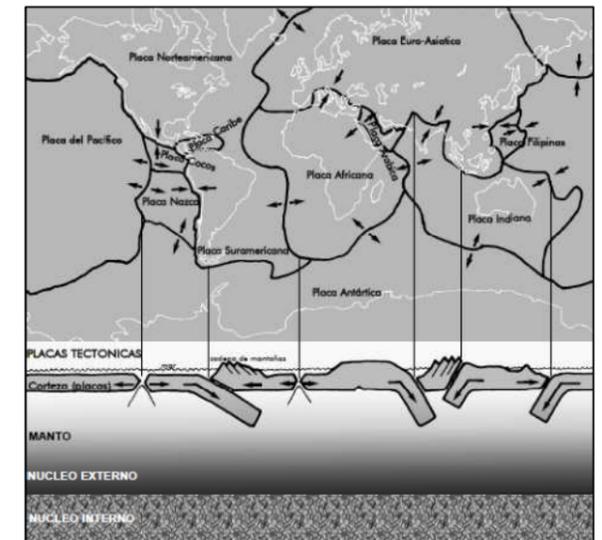


Figure 3.4. Tectonic plate world distribution. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción (Colombia).

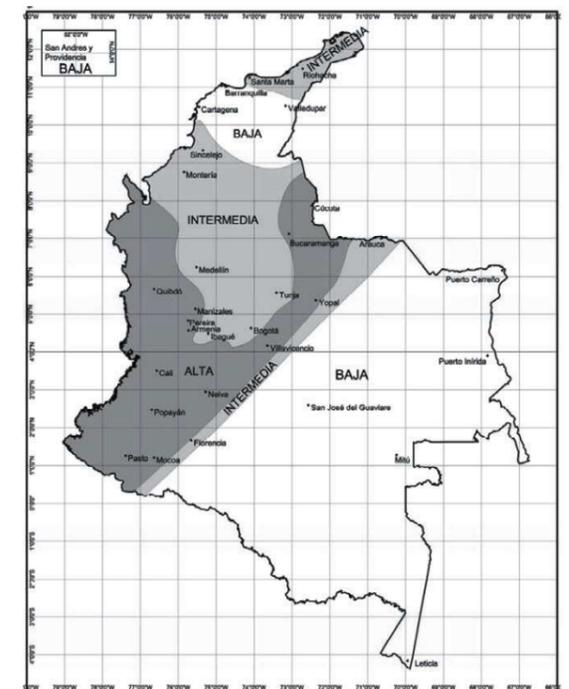


Figura A.2.3-1 — Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_s y A_v . Figure 3.5. Seismic risk catalogue in Colombia. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

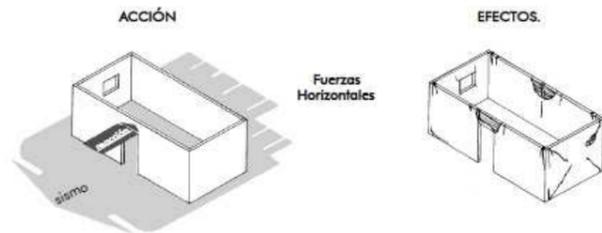


Figure 3.6. Graphic representation of the effects of horizontal effects in a house. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

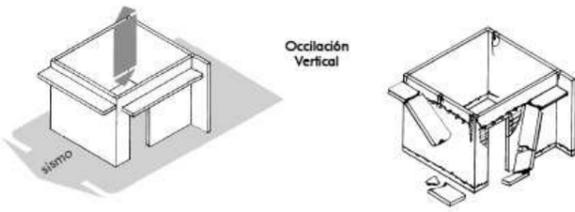


Figure 3.7. Graphic representation of the effects of vertical oscillation in a house. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

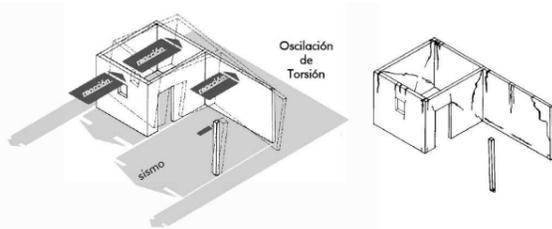


Figure 3.8. Graphic representation of the effects of torsion oscillation in a house. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

Torsion oscillation

It is produced by a combination of forces: horizontal movements and lateral forces. It will affect in a greater grade when the building gravity center is not centered with the rigidity center (Figure 3.8).

EARTH TREMOR EFFECT ON BUILDINGS ACCORDING TO THEIR SHAPE

The buildings dealing with a earth tremor should have the minimal technical constructive conditions and a good design and material use. Different irregular shape housings, in terms of size and height and wall types that should be avoided are shown:

L-type construction: different size walls which causes a different reaction in each wall, fastening their collapse.

Rectangular construction: long walls without bracing elements; less resistance and possible collapse.

Tall construction: Tall and thin walls have more flexibility but less resistance.

Other kinds:

- T-type and C-type
- Loose beam roofs
- Housings with no subflooring
- Heavy roof structures
- Housings made on sloping lands
- Avoiding wide open spaces between walls

PRINCIPLES FOR A PARA-SEISMIC/SEISMIC RESISTANT HOUSING

- Regular shape
- Low weight
- More rigidity
- Good stability
- Solid ground and good foundations
- Proper structure
- Proper materials
- Construction quality
- Capable of dissipating energy

- Installation and finishing fixing

PROPER TERRAIN TYPOLOGY TO BUILD ON

Due to the zone our project is in Colombia, which is an Andean central mountain, its uneven terrain and weather are factors to consider in detail before construction. The urban blueprints of the Colombian places have studies to classify the ground dangerousness since its risks. Inappropriate zones for constructions are swaps, cliffs near rivers, on old mines, on landfills, etc.

Housings on cliffs:

Cliffs built by soft terrains, clayey silt soils, material deposits, etc, are not appropriate to place housing.

Housings in low zones:

Building housings under a cliff showing important cracks is not recommended, since they will be used by the earth tremor. There are many chances of collapse (Figure 3.13).

Housings on soft lands:

In case of a earth tremor, the water presence soften the terrain, which can cause subsidence¹.

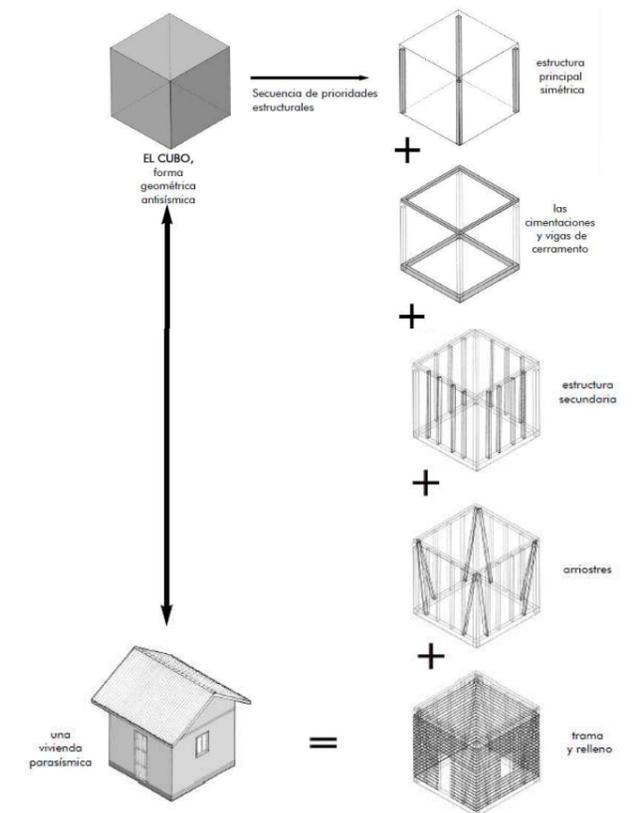


Figure 3.10. Main shape and structure for the seismic construction. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.



Figure 3.9. Forces in hillsides on buildings. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

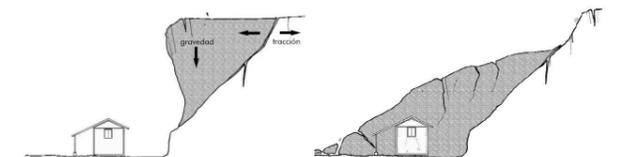


Figure 3.13. Forces in hillsides on buildings. Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.

¹ Information regarding seismic resistance from the book: Wilfredo Carazas, A., Rivero Olmos, A., (2002), BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.



Figure 3.11. Guadua, Parque del Café, Armenia. Personal document.



Figure 3.12. Guadua with roots at sight, Salamina. Personal document.

3.1.3 Bahareque and Guadua

A brief introduction to the concepts:

Guadua

It is a kind of bamboo used in the traditional construction, as well as other uses. Besides construction using Guadua combined with other materials, it is also used in buildings using just Guadua.

The bamboo is an extreme characteristic material due to its size, lightness, strength, solidity and growing rate. This material can be found in different zones of the world, from tropical to temperate zones, up to 3,500 meters above sea level.

In Colombia, at least 25 kinds of bamboo are processed for craftworks, musical instruments and building. The most used species in Colombia is the Guadua Angustifolia.

Its great potentials give its characterization of a high technology material due to its stability, extreme lightness and flexibility.

In Colombia, there is a structural regulation for the construction using Guadua called NSR (Seismic Resistant Regulation)-10 G Title.

Bahareque

The Bahareque is a traditional construction system used historically in Colombia.

Its constructive characteristics are structure made of Guadua, covered with Guadua wicker and currently covered by a metallic net on which the faces are cemented. Roofs are made of ceramic pieces.

As mentioned before, the Guadua's flexibility and lightness allows this constructive system a great movement in all of its magnitude, giving a better response to the forces affecting the housing when an earth tremor takes place.

This special typology is the cemented Bahareque; although there are several versions of such constructive system throughout history,

which has been modified according to the needs and, specially, looking for the resistance of its people facing earth tremors.



Figure 3.14. Typical housing in cemented bahareque. Salamina. Personal document.



Figure 3.15. House of Culture in earth bahareque, Manizales (Colombia). Personal document.



Figure 3.16. Zeri summerhouse, in guadua structure. Recinto del Pensamiento, Manizales (Colombia). Personal document.



Figure 3.18. Vereda Llanitos, Villamaría (Colombia). Personal document.



Figure 3.17. High plateau, Parque de los Nevados, Villamaría (Colombia) Personal document.

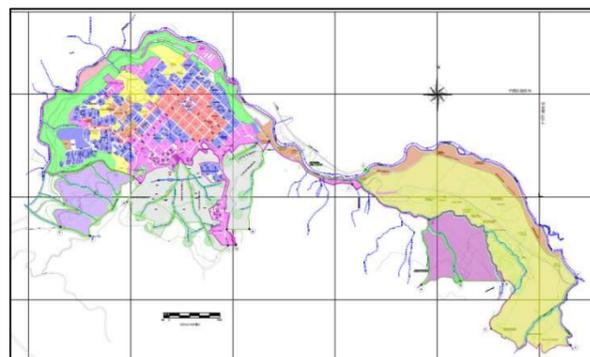


Figure 3.19. Urban zone map, Villamaría (Colombia). Villamaría document.

3.2 Context

3.2.1 Territory study

In the route, integration and recognition time of the project object territory, a wide open general view of it has been appreciated. We have practically seen every corners of the municipality, from the low zones to the Paramo, located near the Nevado del Ruiz crater. This territory is divided in rural and urban zones; the former in neighbourhoods blocks and the latter in districts.

This experience has allowed to enjoy innumerable and beautiful landscapes, populated centers and, of course, the population living in each place. As a result of this experience, a cultural enrichment is concluded, since thanks to this the life styles of many citizens according to the area they live are known. It should be noticed the socio-economic division system that separates population in strata according to income and the housing they live in. this method is applied to every inhabitant, so it is important to know it in detail, so as to the results do not increase the effects of social division in the municipality.

The different urban and rural housing typologies, their materials and constructive techniques have could been seen, as well as known in detail the planimetry of the whole municipality, the distribution regulation seen in its PBOT (Territorial Distribution Basic Plan), its future plans and expectations showed in the 2012-2015 municipality Development Plan whose title includes "Villamaría, towards Sustainability with Social, Economic and Environmental Quality", population socio-economic statistics, its territorial division and a data summary, made out of a general analysis, and from which a current territorial view is deducted, which can be interpreted as follows:

It has been working on a young territory, which needs a series of infrastructures to work in a balanced way in the four fundamental aspects: building, vegetation, circulation, and water. According to the marked objectives in its development plan, it is a fragile territory with natural resources exploitation problems, both water, forestry and mining resources, as well as

waste processing, since the absence of waste water and solid waste treatment plants is observed. On the other hand, all the available human potential in the municipality is observed, by the diversity of agricultural, cattle, commercial activities which thank to its environment could be favoured with a technical and effective consultancy.

The resource diversity the municipality has allows a wide soil use variety, and we could mention the residential use for social interest housing, especially interesting for this project; although we cannot ignore the other typologies that some way or another affect the study soil zone disposition.

3.2.2 Possible general territorial approaches

In the current situation, Villamaría could be social, environmental and economically degraded, if the private and public property terrain illegal occupation is allowed, located in risk zones, or marked as environmental protection; located in the outskirts of the urban

areas, called rur-urban zone, because of being an arbitrary development without a defined development action line and excluded from the municipality planning.

This situation has allowed neither the establishment of occupation or invasion zones without the basic services to guarantee the housing minimal habitability conditions here constructed nor guarantying the current building regulation performance.

With this, the separating strata line is underlined and a territorial and social disintegration of the population living there is generated.

Another different development possibility is given in the current development plan passed at the end of May, 2012. In this document, the intention to improve the life quality of the Villamaría inhabitants, to guarantee the social inclusion and to obtain a sustainable and bio-diverse territory with a social and communitarian integration is seen.



Figure 3.20. Villamaría Aerial view, Villamaría document.

In order to fulfil this, joint developments where the citizen participation is the key factor has been set out, since the citizens are the ones who feel and know better the problems they face. This closure allowing the community action meetings designated by popular election of the corresponding neighbourhood or district be the responsible to communicate to the administration the different area shortages.

If the development plan expectations are fulfilled, an ideal development for the municipality would be produced, getting with it a sustainable territory for every citizen, just remaining the concrete task to do to reach the objective.

In the PBOT checking document, the basic needed corrections are, in order to obtain a complete document with all the needed data so that the municipality fulfils the proposed goals in the development plan.

Therefore, given the current documents and waiting the next current PBOT checking by the end of this year, as a result of the cooperation between the municipal administration and the UNAL and in collaboration to IDEA, the needed tools to perform all the measures described in the Development Plan are planned to be available.

3.2.3 Social Interest Housing Quality (VIS)

The minimal needed parameters for the VIS construction, according to the “Technical Assistance for the Social Interest Housing Guideline Series” of the Ministry of Environment, Housing and Territorial Development of Colombia.

As guidelines of this housing typology, the Ministry has provided a documentation to which every project related to new construction; own terrain construction and improvement of existing housing social interest housing must follow.

Fulfilling these requirements, the user can opt to the State subsidy regime, by receiving economic benefits and a low-interest mortgage compared to the private bank terms. That said, four documents are presented, with the general

criteria to be fulfilled when constructing and applying for this kind of housing.

This presentation is made in the particular case of “La Floresta” acting zone, where the housings from the project “Biofloresta” will be built.

General aspects of the Housing Quality:

Here, the needed parameters are seen for the housing habitability to be as decent as possible, compared to the current VIS typologies, seen in most of the study territory. We considered the following aspects:

- The right of proper housing
- The sustainable use of natural resources
- Water consumption
- Energy consumption
- Safe and efficient housing
- Proper exploitation and disposition of solid waste

Population determinants

For the project formulation, the design determinants are identified risen by the individuals’ biological and psychological functions, the family group composition, the member gender composing it, occupation, and vocation. That’s how the inner distribution and the needed spatiality adapted to the future users’ needs are defined.

Quality parameters

In order to select the terrain, it covers the identification of environmental factors and urban development to study for the selection of a terrain for the development of a new housing project. In our case, the terrain is already defined and it is a matter to adapt the project to the uneven piece of land, taking into account the municipality environmental profile for the affectation to be as minimal as possible on the territory and its implementation to be positive for the rest of the population, giving new public use spaces and making the best use of the landscape and environmental wealth of this area.

Taking into account the following variables and criteria for the adaptation in the terrain the new housing project will be developed, the possibility of a city sustainable development is guaranteed, as long as there is a responsible procedure of the project performance.

- Orientation and topo-weather
- Terrain uses and treatments
- Immediate environment uses
- Pollution sources
- Kind of soils
- Terrain slope
- Vegetation
- Hydrology
- Geological affections
- Public service availability
- Waste disposal
- Road system
- Public transport
- Communitarian services

Urban design determinants

It covers the parameters to be considered for the urban development, such as: terrain topological characteristics, weather, density, occupation rate, public space, circulation and roadways and communitarian equipment.

Architectural design determinants

It covers the bioclimatic aspects, the spatial programs, the available economic resources for the financial closure—cost and value—materials, and the constructive system to be used according to the social and cultural aspects and the environment. Here is where our participation will have a final contribution; that is giving economic and low environmental impact housing proposals, fulfilling the habitability needs and comfort for the users.

3.2.4 Materials in the social interest housing construction

In this part, the possible available material characteristics to perform the project guarantying the demanded building properties during its whole service life are studied.

3.2.4.1 Housing Sustainability

Environmental sustainability in the material extraction and making is related to the production process adoption of necessary checking to mitigate the management of the renewable and non-renewable natural resources impact.

Every architecture work or urbanism responds to a determined purpose. In order to be sustainable, it should consider the following general aspects:

- The proper election of materials that guarantee a proper acoustic and thermal isolation, which allow the housing inhabitants proper comfort conditions.
- The selection of materials and the constructive system must respond to the cultural identity of the region where developed (Bahareque recovery).
- The building maintenance costs, directly derived from the material selection and the constructive system, must tend to a sustainable architecture and agree with the users’ economic conditions.
- The buildings must be adapted to weather and geography.
- Renewable resources, preferably produced in the region (Guadua and what we called “local optimal”) must be used in the construction.
- During the edification process, the water, material and energy use must be optimized.

3.2.4.2 Progressive development system

Since the housing progressive growth, which is generated from the handing over the basic unit or first stage, consisting of a multiple space, bedroom, kitchen and bathroom, the housing is not given finished, so during the following extension stages to achieve finishing their housing, the possibility to access to technical assistance is minimized, since the owner must assume the cost and the technical assistance to finish the housing.

That is why it is important to give the social interest housing (VIS) project beneficiaries and

the constructors who lately will perform the extension of it clear and precise information on technical and design aspects, as well as regulations regarding construction, seeking a housing proper continuity.

To get such effect, the solution bidder should attend to the construction license covering the finished housing projection, so that families who are going to continue the progressive development of the housing can access the extension's blueprints and technical specifications to minimize the risk of bad interventions. Facing self-construction cases, it is ideal to deal with the low handcrafted technology to assure the correct housing finishing.

In our case, the housing will show at first instance of two floors; therefore, the extension performance is already considered and it will be restricted by the planning department, which is responsible not to change the projected residential complex form based initially on Bio-architecture. If volumetric changes in the zone are allowed, the non-affection in the colliding housings of their basic bio-climatic criteria must be considered, making a different aesthetics to the approved one in the project and changing the habitability conditions.

3.2.4.3 Bio-climate architecture

Bio-climate architecture help preserve environment and integrates humans into a more balanced ecosystem, since it considers comfort in a worldwide basis, not as just a thermal control o sunny area control.

In constructions, besides an answer to these factors, a proper resource, as water, and a correct liquid and solid waste disposal are needed.

In this guideline, the environmental factors affecting the needed comfort in edification and the most suitable architectonic answer to the conditions where the housing will be set are analyzed.

- Sun; the orientation is utilized to have lighting and heat.
- Weather; the water resource is key in this section.
- Vegetation; it gives the housing freshness.

- Winds; the cross ventilation is the main feature.

3.2.4.4 Materials' life cycle

The materials' life cycle analysis (ACV) is a tool allowing considering the environment impact grade of building materials. It studies the material effect on the environment and how it affects in the resource exhaustion: stone materials, water, energy, etc. It also considers how it affects in human health: effects derived from toxic emissions, effects on health during the manufacturing process, regional and global pollution; and regarding global warming: ozone layer destruction, impacts on animals and vegetation, biologic diversity, etc.

ACV stages

- Extraction
- Manufacture
- Transport
- Construction
- Use and maintenance
- Recycling
- Waste disposal

3.2.4.5 Materials' inertia and thermal isolation

The constructive material selection must be done according to its thermal inertia, thermal transmittance and superficial features so as to achieve the housing a better efficiency and climate comfort and performance

Thermal inertia: material capacity to store and release progressively the energy received. It depends on mass, density, specific heat and thermal conductivity rate.

Thermal transmittance (U): the amount of energy the material let pass through and it depends on time units, surface units, and it caused when there is a thermal gradient between two parallel surfaces. It is opposed to the thermal resistance.

3.2.4.6 Materials' selection and types

- Stone materials
- Stone-origin manufactured materials
- Metallic material
- bonding raw materials
- vegetal materials

- environmental certification timber for construction (P.E.:AITIM)

3.2.5 Regulation used in the social interest housing development

TECHNICAL REGULATION ON SANITARY INSTALLATION—RAS, (Act 373, 1997, Decree 3102, 1997; Decree 1052, 1998, Resolution 1096, 2000 and MAVDT updates)

SEISMIC RESISTANT AND SEISMIC RESISTANCE REGULATION, NSR – 10 (Decree 923 from March 19, 2010, “by which the scientific and technical requirements are established for NSR -10 seismic resistant constructions”) (Decree 2525 from July, 2010, Temporary)

TECHNICAL REGULATION ON ELECTRICAL INSTALLATIONS, RETIE (Resolution nº 18 0398, 2004 and MME updates)

TECHNICAL REGULATION ON GAS (Resolution 8 0505, 1997, MME)

TECHNICAL REGULATION ON LIGHTING AND STREET LIGHTING, RETILAP (Resolution 18 1331, 2009, MME)

TECHNICAL REGULATION ON AQUEDUCT AND SEWER SYSTEM PIPING APPLICABLE TO VIS

TECHNICAL REGULATION ON ENERGETIC EFFICIENCY FOR SOCIAL INTEREST HOUSING IN PROGRESS

3.2.6 Social interest housing procedure

Here there are all the requirements the applicants have to submit to access the benefits to get a VIS with State subsidy. They can look for the information on http://www.minambiente.gov.co/documentos/guias_vivienda_dt/110811_guia_asis_tec_vis_4.pdf

3.3 Objectives

3.3.1 Obtain a realistic and objective territorial approach

A Villamaría territory global approach is wanted, as study object.

The purpose is the environmental and constructive analysis of this municipality.

The analysis to the real existing problems that currently doesn't allow a sustainable development of this region. For the Villamaría real condition assessment, its different parts will be studied by means of structures:

- Green structure
- Water structure
- Built structure
- Socio-economic structure
- Circulatory structure

The block study will allow us to generate a realistic view and a catalogue of its main problems of each structure, assessing in each section its potentials and deficiencies, based on the obtaining results. We can study the reality of the current condition of this population, and according to the needs of each structure assess and propose a series of proposals to improve towards the sustainable development of Villamaría.

The study of this population is needed to make the project proposal for social interest housings, since this project is the beginning of a course change to sustainability, so they should be studied and assessed the element set forming the settlement together.

3.3.2 Weak concept improvement proposals to obtain a sustainable municipality

Our stay in Villamaría allowed us to observe very closely many problems that we could understand and analyze every day. Based on our observation, we proposed a series of our environment, short-term solutions that we considered the early states to sustainability. These are the first short-term objectives:

Pollution

A good way to begin solving the pollution types affection this territory should be based on

education, so that people then understand the changes to be done, such as waste selection. Society must be formed and responsible, informed of the changes in its surroundings and aware of the consequences of pollute it, taking into account the damaging effects on it and the rest inhabitants of the municipality.

Garbage

Actions such as courses, lectures in the neighbourhood where the basic ideas on waste reuse are given, informative, clear and didactic pamphlets and keep on the town council webpage practical information on this environmental education basic ideas.

Changes in the garbage disposal system: we consider important to place general containers and more garbage bins on the streets and parks to be collected on a daily basis.

Air

Beginning studies to propose acoustic and air pollution regulation policies: decibel limits for every transport means.

Shift to gas the transport system vehicles, punishing policies and compliance supervision.

Keep the public roads in good shape and clean due to the pollution generated there.

Water

Awareness campaigns on the water rational use, misuse and pollution consequences.

Formation and information on how the periodical maintenance of septic tanks in rural areas should be done to prevent disasters and environment pollution.

Establish measures for the compliment of the current regulation on waste water dumping in rivers, for both housings and industries (treatment plants),

Potential

Creation of a reduced tourism council that coordinates meetings, exhibitions, agricultural and livestock, craftwork and touristic municipality domestic product fairs to show the municipality offer and make contacts for the product exportation, from a national and district level.

Society and culture

Social division

Generation of leisure public spaces, open places to share: children's parks and more squares.

A proper use of the House of Culture by giving interesting free leisure activities for the population; spreading in the public administration, schools and social networks media.

Education and environment

Awareness campaigns in schools and public agencies, as well as workshop creation for its spreading and awareness; an efficient use of the spaces already mentioned, as well as university agreements for the environmental knowledge spreading in schools and field trips with universities and college students.

3.3.3 Municipality environmental profile to assess the intervention zone priority

The environmental profile is a population study from the structure approach: green, water, circulatory and socio-economic ones. A deep analysis by sectors allows obtaining more detailed results in each area.

The environmental profile study system pretends to obtain a global approach and in turn focused, inter-relating the parameters affecting the population and its potentialities. Through this study, a complete current population condition is obtained, by getting information on blueprints, which allow the abstraction and territory approach, leading to a more practical and effective way to propose solutions.

So, it is pretended to assess the Villamaría municipality from this point of view to check the intervention zone priority. If the result is the same, we find zones with more priorities, as well as its territory feasibility.

3.3.4 Social division by strata

Since 1991 in Colombia there is the socio-economic stratification. It is a classification by strata in residential properties that must have public services.

This division system is organized from 1 to 6, and it charges on a differential basis those who

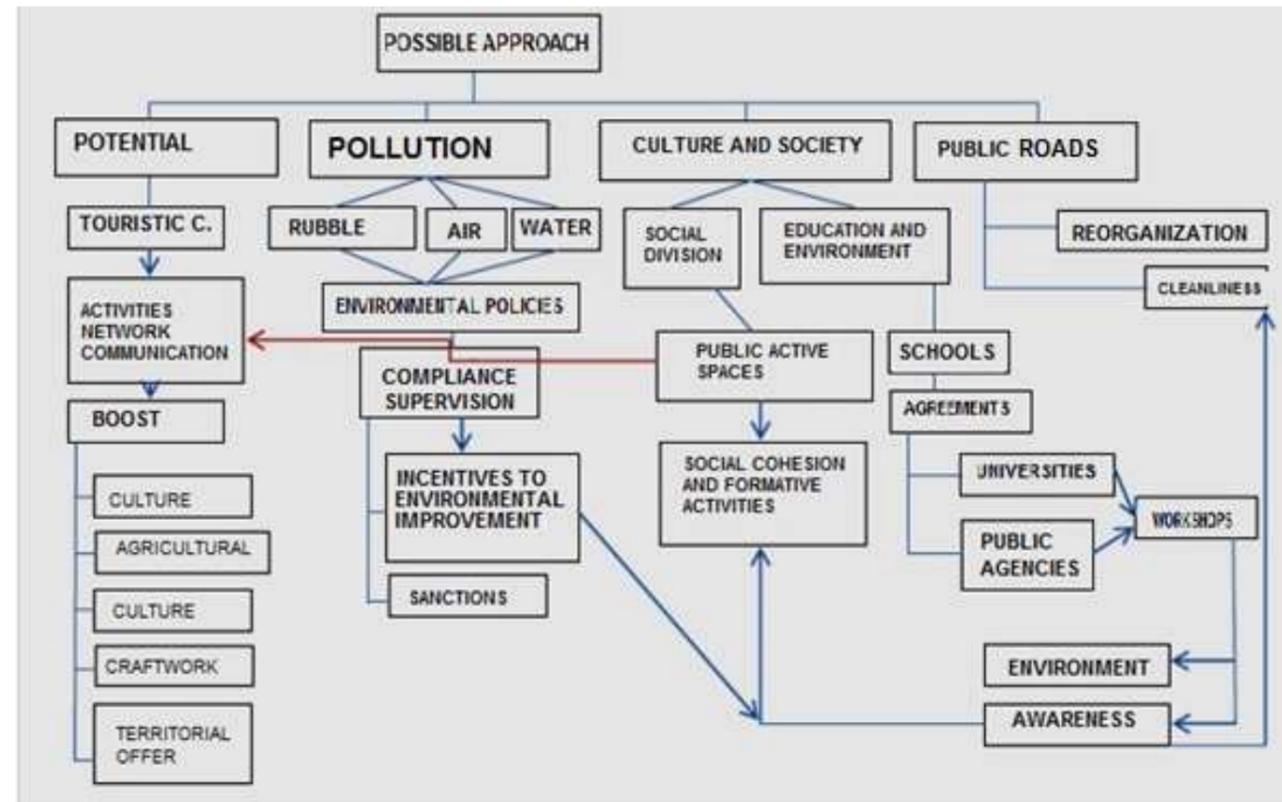


Figure 3.21. Conceptual map, current approach and short-term objectives. Self-made study.



Figure 3.22. House in Bahareque, Salamina. Personal document.



Figure 3.23. House made "of material" in invasion zone, Villamaría. Personal document.

have more (stratum nº 6) to contribute in the public service payment of the lowest strata so that they have more affordable fares. That is, the lower the stratum, the lower the fare to pay. In this theoretical framework, it is a great tool as a citizen solidarity principle, but this system divides and labels the society. The neighbourhood are formed and delimited according to the strata. There are no opposed strata in the same neighbourhood. This causes the social division and marginalization of the most disadvantaged neighbourhoods, provoking rich and poor people's zones. In this sense, the purpose of our housing project is to eliminate the stratum by neighbourhood to open to a neighbour relation among people from the same neighbourhood, erasing the social boundaries to guarantee coexistence and to set a social equality referent of different strata living in the same zone.

3.3.5 Building technique recovery in risk of disappearance (Bahareque)

Nowadays, the building system using Bahareque is in risk of disappearance. This traditional system in the region and the evolution of building systems reached their most current version, except for the cemented Bahareque. This historic development is not a fortuitous fact. The use reason and its improvement in the building technique is linked to the weather and the seismic behaviour, which shaped the technique development to guarantee their habitat and construction resistance facing the need to adapt to the nature activity available in the area. The Coffee Growing Region landscape is composed by the traditional landscape and buildings, giving it a historic, natural and culturally rich aspect. It is so important that in 2011, UNESCO declared the Colombian Coffee Growing Regions World Heritage, which currently helps preserve these Bahareque buildings. The social evolution hasn't been ruled by these premises and the relation to the traditional construction has been directly related to economy, making the buildings in a purchasing level sample. That's why the introduction of the brick and concrete in construction caused a new building

system in Colombia, called houses made of "material", making them a purchasing level sample.

So, when people have saved some money, they tear down their Bahareque traditional houses, since they see them as poverty symbols, and substitute them with houses "made of material". Given the little technical knowledge of disadvantaged classes, the brick and cement constructive typology gives a poor architecture, which has no relation to the natural integration in the landscape and to the minimal habitability conditions compared to the Bahareque constructions.

The restoration in Bahareque houses and their traditional system advantages assessment are left apart from the construction, basically due to lack of knowledge.

The self-construction housings are generally just brick cubes with minimal inner divisions, with no coating and zinc roofs. Regarding energy and seismic resistance, they are neither efficient nor resistant.

Another problem to be added to the list is the fact that most of the people who build this housing made "of materials" are poor, which means that the terrains where their houses are vulnerable and even catalogued as "in danger" by the soil studies the Corpocaldas company carries out on a regular basis.

On the other hand, brick and cement were introduced in the Bahareque as materials to improve the system technique, up to create the cemented Bahareque and, by means of exhaustive studies; the traditional system was regulated by the NSR-10 seismic resistant regulation.

In this socio-economic and environmental framework, the purpose of our project is to set the social interest housings in the Bahareque building system, since once forming part of a family relocation project living in risk zones and as a Villamaría sustainable development plan, we understand it is a great opportunity to recover the Bahareque, to educate and spread its relevance in the traditional, historical, cultural system and its building advantages regarding safety and energy saving these construction examples give.

3.3.6 Obtaining a social housing with better comfort and energy minimum consumption parameters

For the social interest housing project, and as something within the municipal program for the development towards sustainability, the idea is to use in the social interest housing the constructive system of the cemented Bahareque houses and improve their energy efficiency. Given the observations made in the zone, we have checked the good Bahareque behaviour dealing with the dominant weather in the Manizales region, as well as dealing with earth tremors.



Figure 3.24. Cemented bahareque construction, La Alhambra, Manizales. Personal document.

Since this a fast building system, with low environmental impact due to the zone material and a fast natural regeneration and given the good energy results this system gives—we have seen it in situ—the building of such project is intended as a recovery, both social and constructive, in Villamaría. Improvements in the building system as well as the introduction on sustainability in the housing project to achieve a social, aware, responsible and environmental-friendly functionality are also proposed.

Nowadays, the Bahareque building system is becoming obsolete due to the bad social approach of its main raw material: the Guadua.

Therefore, the proposal intends to improve the normal conditions of this building system, get closer to society and reconcile the social approach with the Guadua and create awareness regarding environmental friendliness, by showing the energy advantages this system offers to the houses, giving, in the long term, its owners a minimal expense in the global energy consumption, as well as the environmental friendliness, since it is a health social benefit, eventually.

In Figure 3.26, who show a conceptual map with our approach on the cemented Bahareque, according to what we have seen.

3.3.7 Establishing the social housing complex as a energy efficiency and Bio-urbanism laboratory

We intend to introduce, with the Social Interest Housing project, improvements in the Bahareque building system, as well as using concepts for a bio-urbanism of the zone to be urbanized.

To corroborate, assess and extract improvement data to every building proposal, the establishment of this housing complex as a pilot plan for the energy and comfort result observation in the parameter assessment obtained is proposed, by means of indicators and data studies with the corresponding instruments. So, the idea is to obtain a evolution observation to keep on improving the technique, habitability and integration to the environment.

This laboratory proposed is not only a purely scientific benefit for the building study, but also

a public and spreading source for the knowledge and integration in the society the history of this traditional building system belongs to, as well as the promotion of the respect to culture and environment, promoting the related knowledge.

The proposal of this project will be completed with the physical and parametric study of the Bahareque building system.

So, the information to be collected will be used as a data source to improve and evolve the Bahareque building, as well as the answer analysis, social acceptance, integration and environmental friendliness.

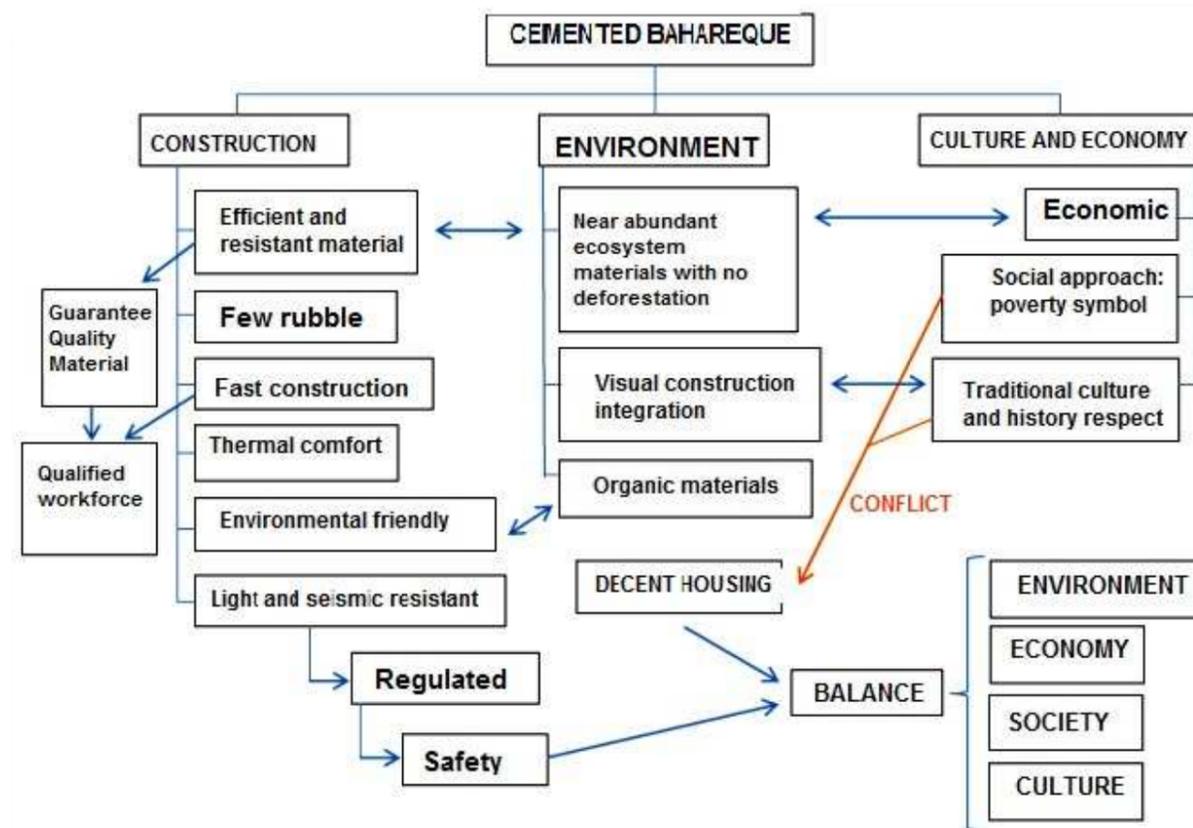


Figure 3.21. Conceptual map, current approach and short-term objectives. Self-made study.



Figure 3.26. Parque central, Villamaría. Personal document.



Figure 3.27. Luz Stella Velásquez, Villamaría. Personal document.



Figure 3.28. Planning Office, Villamaría Town Council. Personal document.

3.4 Methodology

3.4.1 Stay in the town council for two and a half months to see the needs and potentials “in situ”

Our way to focus the study to make the PFG was the immersion in the territory, living in it and feeling its lifestyle, rhythm, essence, so as to observe their population’s needs projects, site approach they live and how they want it to be in the near future.

That’s why we move to the zone for two and a half months, from an IDEA (Environmental Study Institute) agreement and the GICITED research group. It was Dr. Luz Stella Velázquez who arranged our link with the municipality, where we were welcome by everyone working in the town council in its different departments. In Figure 3.27, we are in town of Los Cuervos, Villamaría Coffee Growing Region.

Once we settled in a place to stay, the town council received us in its facilities, giving us an office with working stations and the needed documentation and guiding us regarding the daily matters in the municipality, which made our stay very pleasant

3.4.2 Current status, territory analysis

In order to easily understand the current approach we observed, the Figure 3.29 shows a conceptual map, which the key concepts are listed.

It is a geographically divided territory in two: the historic area or highly populated and La Florida area, where there are few houses and private residential complexes.

This zone is characterized by having a high economic level. Most of its owners are people who work in Manizales but sleep in Villamaría since the little distance between both municipalities.

The interesting phenomenon observed, already knowing that the division among strata and their different taxes according to their level. In Villamaría the present division is just of level 1 up to level 4. The owners of these houses just pay up to level 4, but if they were living in Manizales, they would pay for level 6, the highest one, which corresponds to wealthy people and beautiful finishing houses.

This division has caused a negative impact on the flora and fauna of La Florida area—which

this study explains ahead in the municipality’s environmental profile—where has practically disappeared because of water source landfills, terrain flattening for forest zone division and Guadales.

It could be considered that all this building activity, result from the real estate agencies’ speculation and the Manizales area economic growth is causing a worsening in a municipality serving as a great host to the cutting-edge construction and without legal resources.

3.4.3 Comfort, habitability and building parameters and requirements in social interest housings. Reality and regulation

The demanding requirements to this housing kind are the same for a standard house, described in the section 3.1.3. The difference lies in the unfinished house handing mode (no painting nor coating finishing, see Figure 3.30) and a executive project with every indications of the house’s final form, but leaving its finishing stage to choice where the aesthetic value present in the zone is lost. In Figure 3.31, there is the traditional façade of the Coffee Growing Region.

This trend makes “mosaic” we have talked in previous section, creating a wide heterogeneous since every house has a different finishing, which doesn’t please the eye necessarily. This effect has progressively been establishing in the zone a eternal sensation of unfinished residential complex.

Of course, the owner generally makes the following of the project who, by self-construction, and with the detailed indications, defines the quality and final aspect of the house. That’s why in the Biovilla proposal a completely finished house when delivered is proposed, restricting the effect on every “neighbour-builder” on their similar ones.

The regulation that sets the delivery forms, the house’s minimal characteristics is a guideline series of technical assistance made of 4 documents; one of them is in Figure 3.31 and the others are listed and quoted in section 3.2.5. In Figure 3.32, there is a VIS project type plant, made completely of cemented Bahareque in Nueva Ciudad Milagro, a town devastated during the 1999 earthquake. It is seen in the housings delivered with a 1º built stage, supposing building the kitchen when the owner had the means to do it.

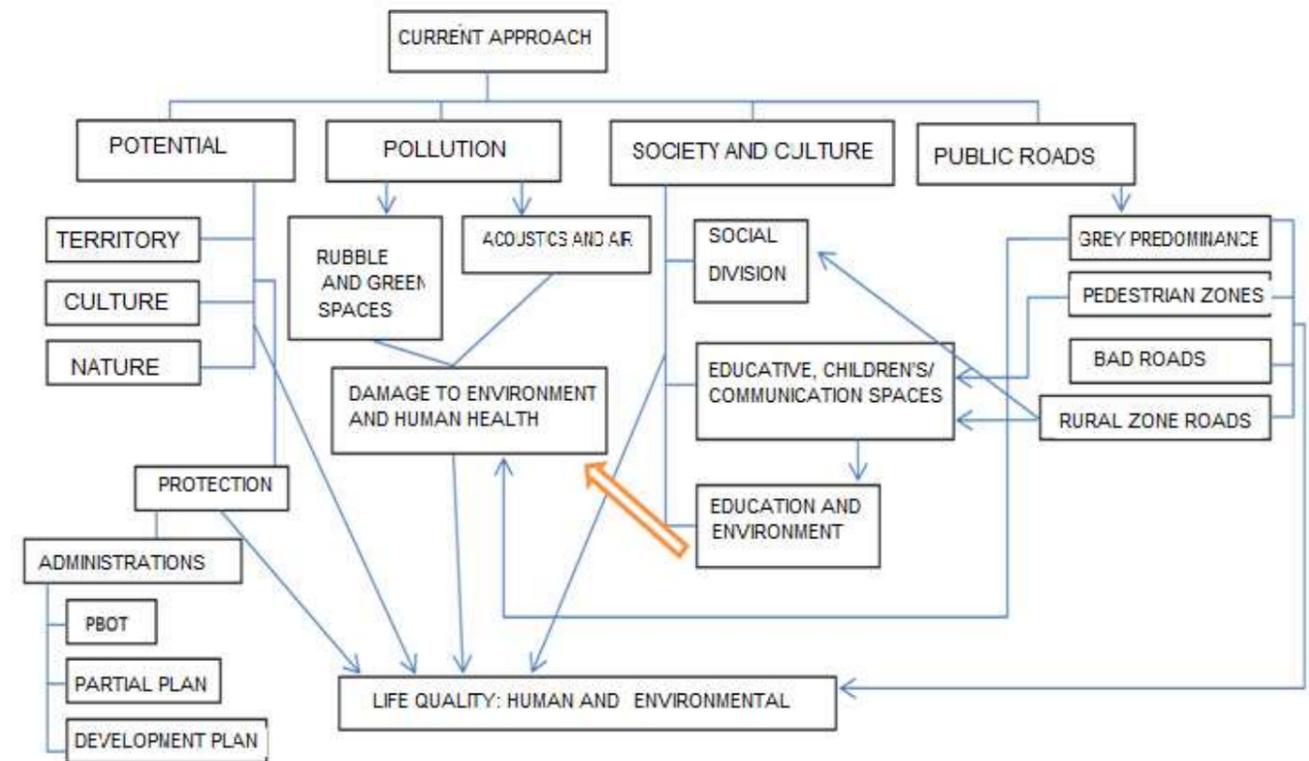


Figure 3.29. Conceptual map, observed aspects . Self-made study.



Figure 3.30 Delivery finishing, Vis example by BAMBUSA, in Nueva Ciudad Milagro, Armenia, Quindío. Personal document.



Figure 3.31 Traditional finishing in soil bahareque, Marsella, Quindío. Personal document.

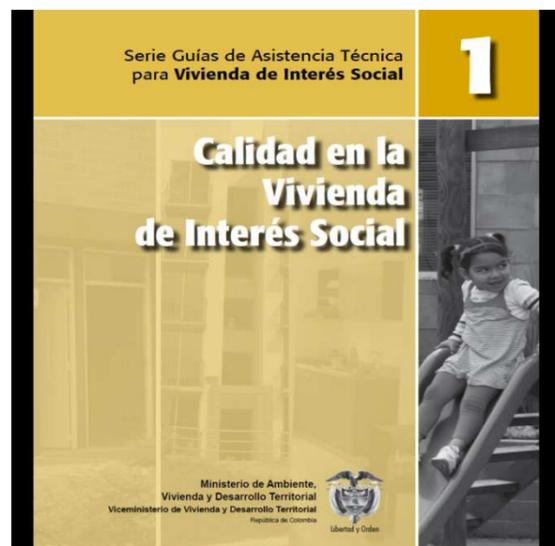


Figure 3.33. Volume 1's cover, VIS quality regulation. Personal document.

It should be noticed that the engineer Samuel Darío Prieto, one of the directors of this project, gave us lots of documentation of it, highlighting the calculation log related to the cemented Bahareque and other interesting works completely made of the same material, used as real physical laboratories, both for load test and to measure structure deformation, giving data currently used in the NSR-10 regulation. In the annex section, the documentation is available used as a guideline for the Biovilla proposal. See annex 1 and 2.

3.4.4 Data methodology analysis

Within the data interesting the project, we have used the available material in the municipality register and the best way to represent them is by means of the Villamaría environmental profile analysis. With this, we obtain the references to intercede in the expansion zone, La Floresta, where in a 34-hectare piece of land the housings will be built.

With the profile developed, we will have all the information we need; for example, how they are the equipment displayed and what type and how affect us an urbanization of this kind in a relatively small populated municipality, but not in territory.

We will have to consider the access roads, green areas and risk and protection zones, as the gullies, to generate a proposal where the aggregate value of the landscape of the Coffee Growing Region of evergreens reachable to projected housing without making the inhabitants feel excluded from the urban zone; that is, in inclusion balance. A good example is exposed by Juan Gabriel Hurtado (2012) "Altos de Santa Ana is immerse in a natural environment in constant disappearance; however, in its surroundings the vegetal species still available are the Manizales myrtle, the White Yarumo and the arboreal ferns".

With this, we want to clarify that this is a zone very rich in vegetation and with a project of such magnitude; we shouldn't displace it, but include it in a balanced way—a life quality contribution for the population, not a problem.

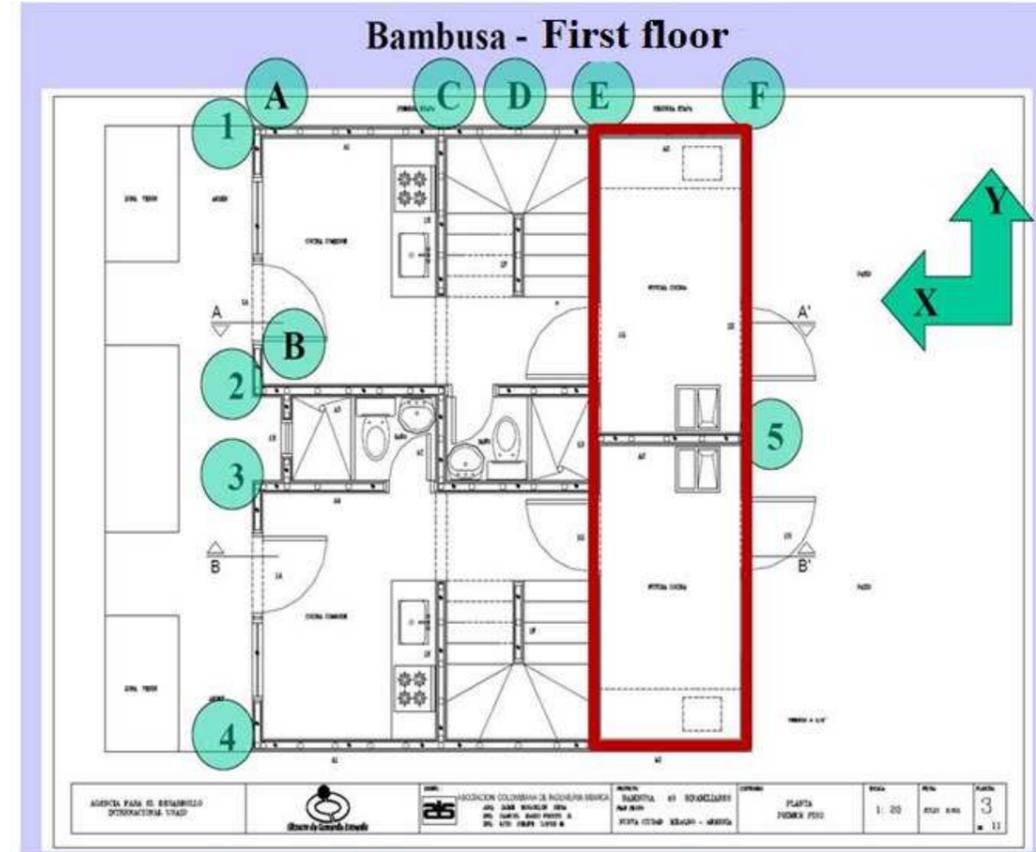


Figure 3.32: 1° floor distribution, considering the remaining room. In the box, the zone set there is the future kitchen with bigger dimensions rather than the immediate solution. Barbusa urbanization, Armenia. Prieto Ramirez, S.D., Farbiarz Farbiarz J, López Muñoz, L.F. (2006). 2° Guadua bamboo-made structure Training, design and building workshop: Cemented bahareque seismic resistant Colombian Regulation: a historic milestone.



Figure 3.34. View of the lot to be intervened and its surroundings. Personal document.



Figure 3.35. Current vegetation in the existing lot. Personal document.