



TESIS DE GRADO
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Estudio del uso de la caña de bambú como material alternativo
para la construcción de viviendas sociales en Salta y Tucumán

Autor: Julio Fazio
Legajo: 44087

Director de Tesis: Ing. Pedro del Campo

2008

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres por inculcarme la cultura del esfuerzo.

A mi abuela por su continua preocupación.

A mi hermano por su interés y su ayuda.

A mi novia por acompañarme en este camino.

A mis amigos que tantas veces me escucharon hablar de este trabajo.

A todos los que sueñan con una Argentina más justa.

Resumen Ejecutivo

Históricamente la República Argentina sufrió un importante problema de déficit habitacional, el cual año a año se incrementa por razones diversas entre las cuales se encuentran las tasas de crecimiento demográfico positivas, la inmigración de países vecinos y la creciente urbanización de la población en desmedro de la población rural. Dentro de este contexto el Noroeste Argentino aparece como una de las regiones más desfavorecidas con índices que reflejan la situación económica por debajo de la media nacional en prácticamente todos los aspectos.

Dada esta situación, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la factibilidad y viabilidad del uso de caña de bambú como material estructural para la construcción de viviendas sociales en las provincias de Salta y Tucumán que, por su clima subtropical, son aptas para el desarrollo de algunas especies de esta planta. Este objetivo de estudio tiene su fundamento en las experiencias observadas en países tales como Colombia, Ecuador, Costa Rica entre otros, en los cuales se utiliza esta caña como material de construcción aprovechando sus ventajas ambientales y sus interesantes propiedades mecánicas. Estas propiedades mecánicas sumadas al bajo peso de la caña permiten la construcción de estructuras resistentes y sumamente livianas lo cual favorece la buena respuesta de este tipo de viviendas ante eventos sísmicos.

En pos del análisis del objetivo planteado, en primer lugar se realiza un estudio de la situación habitacional de la República Argentina en general y del NOA en particular a partir de los datos estadísticos generados en el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001. A continuación se analiza del rol que el Estado cumple en materia habitacional haciendo hincapié en las políticas y programas que están en marcha o planificadas en el corto plazo con el fin de proveer soluciones ante esta situación de déficit de viviendas. A su vez se procede a detallar los métodos principales de construcción utilizados en los planes de vivienda del Estado.

Sin lugar a dudas el eje central del estudio gira en torno al bambú y sus propiedades razón por lo cual se realiza un desglose de las características que esta planta presenta tanto desde los puntos de vista taxonómico, silvicultural, ambiental y constructivo haciendo hincapié en la experiencia y conocimientos existentes tanto en el exterior como en la República Argentina (a pesar de que en nuestro país el conocimiento y la experiencia resulta aún extremadamente escasa). Se incluyen en este análisis las experiencias existentes en materia de construcción con caña tanto a nivel mundial como nacional analizándose las principales características de resistencias mecánicas de acuerdo a distintas fuentes.

Una de las secciones principales del presente trabajo de investigación abarca la descripción en detalle del método constructivo propuesto poniendo énfasis en aquellos puntos que resultan de mayor importancia para el éxito del sistema tales como los

tratamientos de preservación e inmunización y los conceptos de diseño tendientes a proteger la caña de la humedad. A su vez se consignan los conceptos a tener en cuenta para favorecer la resistencia de las estructuras en caso de eventos telúricos realizando una síntesis de las experiencias recopiladas y estudios realizados en materia de sismo resistencia.

Por último se compara una vivienda social construida tradicionalmente con una construida con el sistema propuesto. La comparación se hace desde los puntos de vista del peso y el costo de fabricación y permite concluir que el sistema propuesto implica ahorros del orden del 25% a la vez que provee estructuras con un peso menor a la mitad de las tradicionales lo cual favorece la respuesta ante eventos sísmicos por generar menores fuerzas de inercia.

A partir de estos estudios se concluye que la caña de bambú tiene un importante potencial como material para la construcción de viviendas en zonas en las cuales esta planta se puede desarrollar. Sin embargo, la falta de conocimiento y la reticencia al estudio de alternativas constructivas novedosas traen aparejado que el desarrollo y aprovechamiento de este potencial en la República Argentina aún sea ínfimo.

DESCRIPTOR BIBLIOGRÁFICO

El presente trabajo tiene por finalidad estudiar la factibilidad del uso de la caña de bambú como material alternativo para la construcción de viviendas con destinos sociales. A partir del análisis de las experiencias con este material en países tales como Colombia, Ecuador, India, Costa Rica y en menor medida Argentina es posible analizar las ventajas y desventajas que esta caña ofrece no sólo como material constructivo sino también desde el punto de vista ambiental. Además se incluye en el estudio un análisis de los detalles constructivos a tener en cuenta para el uso de la caña de tal manera de poder obtener viviendas con estructuras resistentes y de bajo costo.

Palabras claves: Déficit habitacional, bambú, bahareque, vivienda social,

Executive brief

Historically Argentina has suffered an important problem of housing deficit which increases every year due to different reasons such as positive demographic rates, foreigner immigration and growing urban population. In this context the Argentinean Northwest Region appears to be one of the most underprivileged regions having almost all the economical and social rates below the national media.

In virtue of this situation these thesis has the objective of analyzing the practicality and viability of using bamboo cane as structural material to build social houses in the provinces of Salta and Tucumán which, due to their sub tropical weather, are suitable for the development of some species of bamboo. This objective has been chosen due to the experiences seen in countries like Colombia, Ecuador and Costa Rica in which this cane is used as building material taking advantage of its environmental qualities and its interesting mechanical properties. These mechanical properties and the low weight of the cane lead to resistant and extremely light structures which favors good structural responses of these houses to seismic events.

In order to study this objective, in first place an analysis of the housing situation in Argentina and especially in the Northwest Region is held using information from the National Census of Population, Homes and Houses that was made in 2001. Next the role the Government plays in housing subjects is studied focusing on the policies and programs which are working nowadays and the ones planned for the short term in order to give solutions to this situation showing deficit. Furthermore the most important methods used to build these social houses are described.

Undoubtedly the central axis of this work refers to bamboo and its properties. That is why a breakdown of the characteristics this plant has concerning taxonomic, forest, environmental and building aspects is done, focusing on the experience and the knowledge existing in Argentina and abroad (even though in our country the experiences and the knowledge is still very limited). This section includes experiences using the cane as building material in Argentina and abroad analyzing the most important characteristics of mechanic resistance according to different sources.

One of the most important sections of this thesis involves the detailed description of the constructive method using bamboo emphasizing those aspects with more significance for the method's success such as preservative treatments and design concepts tending to protect the cane from humidity. Furthermore the design concepts tending to increase the seismic resistance of the structures are broken down summarizing the experiences gathered together and studies done concerning this topic.

Finally a comparison between a social house built traditionally and another one built with the proposed method is done. The houses are compared concerning their weights

and building costs concluding that the proposed method involves savings of approximately 25% and structures half weighted compared to the traditional house. This lightness favors the response to telluric events as lower inertial strengths are generated. Based on this investigation the conclusion achieved is that the bamboo cane has a really important potential as building material for social houses in regions in which this plant can grow. However the lack of knowledge and the reluctance to the development of innovative constructive alternatives lead to the fact that the development and use of this potential in Argentina is still extremely low.

ABSTRACT

This thesis aims to study the viability of using bamboo cane as an alternative material for building social houses. Based on the analysis of experiences with this material in countries like Colombia, Ecuador, India, Costa Rica and to a lesser extent in Argentina it is possible unveil advantages and disadvantages this cane offers not only as building material but also in environmental aspects. Furthermore the constructive details to be considered in this types of buildings are analyzed in order to obtain houses with low cost and resistant structures.

Keywords: Housing déficit, bamboo, bahareque, social house.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Pedro del Campo por su acompañamiento, disposición y consejo en cada etapa del presente proyecto.

Al Ing. Jorge Dragone por su ayuda desinteresada y su apoyo continuo buscando allanar mi camino en la realización del presente proyecto.

Al Arq. Horacio Saleme por permitirme compartir su amplísimo conocimiento.

Al Ing. Juan Carlos Aira, el Ing. Claudio Di Risio y Silvio González por prestarme parte de su tiempo para intercambiar ideas y colaborar con la realización del proyecto.

ÍNDICE

1. SITUACIÓN HABITACIONAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA	12
1.1 Introducción	12
1.2 El Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001. Situación Nacional	15
1.2.1 Indicadores demográficos	15
1.2.2 Calidad de la situación habitacional de la República Argentina	18
1.2.2.1 Calidad de las viviendas	18
1.2.2.2 Calidad de ocupación de las viviendas	21
1.2.2.3 Calidad de la situación habitacional	21
1.2.3 Déficit Habitacional	22
1.2.3.1 Déficit cualitativo	22
1.2.3.2 Déficit cuantitativo	23
1.3 El Noroeste Argentino (NOA)	24
1.3.1 Situación habitacional Salta y Tucumán	27
1.3.1.1 Calidad de las viviendas	28
1.3.1.2 Calidad de ocupación de las viviendas	29
1.3.1.3 Calidad de la situación habitacional en Salta y Tucumán	30
1.3.1.4 Déficit cualitativo	31
1.3.1.5 Déficit cuantitativo	33
1.4 La relación entre la situación social y la situación habitacional	34
2. POLÍTICAS DE VIVIENDA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA	37
2.1 Programa FO.NA.VI. Reactivación I y II	38
2.2 Programa Federal de Solidaridad Habitacional	43
2.3 Programa de Emergencia Habitacional	44
2.4 Programa de Federal de Mejoramiento de Viviendas Mejor Vivir	46
2.5 Programa Federal de Construcción de Viviendas Etapas I y II	48
2.6 Consideraciones y conclusiones sobre las políticas habitacionales	51
3. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS	53
3.1 Fundación	55
3.2 Contrapisos y solados	56
3.3 Estructuras de Hormigón armado	56
3.4 Cerramientos interiores y exteriores	57
3.5 Cubiertas	57
4. EL BAMBÚ	58
4.1 Introducción	58
4.2 Bambú en el NOA	60
4.3 Usos y aplicaciones del bambú	61
4.4 Obtención de madera de bambú apta para construcción	64
4.4.1 Silvicultura	64
4.4.2 Secado o curado del bambú	66

4.4.3 Inmunización.....	67
4.5 El Bambú como material de construcción.....	70
4.5.1 Antecedentes	70
4.5.2 Propiedades físicas y mecánicas	76
4.5.2.1 Densidad	76
4.5.2.2 Resistencia al fuego.....	77
4.5.2.3 Tracción.....	78
4.5.2.4 Compresión	78
4.5.2.5 Flexión	80
4.5.2.6 Corte	80
4.5.2.7 El bambú con respecto a otros materiales de construcción.....	81
5. MÉTODO CONSTRUCTIVO PROPUESTO.....	84
5.1 Muros.....	84
5.2 Cimentación	86
5.3 Cubiertas	88
5.4 Uniones	89
6. EL BAMBÚ COMO MATERIAL SISMO RESISTENTE.....	93
6.1 Introducción.....	93
6.2 Conceptos de Sismo resistencia	96
6.3 Antecedentes y estudios sobre la sismo resistencia del bambú.....	98
7. COMPARATIVA ENTRE SISTEMA TRADICIONAL Y SISTEMA PROPUESTO.....	101
7.1 Comparativa de costos	104
7.2 Comparativa de peso	111
8. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	115
BIBLIOGRAFÍA	119
ANEXO I: Especies de bambú en la República Argentina.....	125
ANEXO II: Planos Vivienda FONAVI. IPV Salta	127
ANEXO III: Estructura de caña y madera.....	133
ANEXO IV: Costos unitarios por ítem sistema tradicional	136
ANEXO V: Costos unitarios por ítem sistema propuesto	148
ANEXO VI: Costo vivienda sist. tradiconal cubierta estructura de madera.....	149
ANEXO VII: Cálculo estructural simplificado de la vivienda propuesta.....	151

1. SITUACIÓN HABITACIONAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

1.1 Introducción

La existencia de hogares habitando viviendas ya sea absolutamente deficitarias (consideradas irrecuperables) o precarias con déficit parcial de comodidades ha sido históricamente un problema para la República Argentina. A menudo resulta difícil cuantificar las necesidades de viviendas siendo el mejor instrumento para este fin los censos de población por dos razones fundamentales. En primer lugar un censo ofrece la ventaja de que se empadronan el total de los hogares en las viviendas que habitan eliminándose de esta manera cualquier error muestral. A su vez lo abarcativo de la muestra permite la desagregación de los datos en los niveles de interés necesarios. En segundo lugar, a partir del censo de 1960 estos estudios analizan y proveen información concerniente a las viviendas lo cual es fundamental para el dimensionamiento del parque habitacional y la consiguiente determinación de necesidades. El último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas se realizó en la República Argentina en el año 2001 por lo cual los datos pueden considerarse en cierto punto desactualizados. A pesar de esto la fortaleza que brinda un censo nacional como herramienta de estudio hace que siga siendo el mejor medio para analizar la situación del parque de viviendas argentino y los déficits existentes.

Las variables que podrían utilizarse para lograr una definición universal de “vivienda adecuada” son innumerables. Para acotar las mismas el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas, en su *Observación General N° 4: El Derecho humano a una vivienda adecuada* señala que si bien el concepto de “adecuación” está afectado por diversos factores (climatológicos, culturales, ecológicos, económicos, etc.) es posible identificar aspectos que deben ser considerados en cualquier contexto determinado. Entre ellos considera:

- Seguridad Jurídica de la Tenencia: Los Estados deben garantizar seguridad en la tenencia, asegurando protección legal ante el desalojo, el hostigamiento u otras amenazas.
- Disponibilidad de servicios materiales, facilidades e infraestructura
- Gastos Soportables: De tal manera de que la satisfacción de otras necesidades básicas no sea comprometida por los gastos que implica una vivienda.
- Habitabilidad: Incluye ofrecer espacio adecuado a sus habitantes y de protección del frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otras amenazas, de riesgos estructurales y de enfermedades.
- Asequibilidad: Los Estados deben facilitar a los sectores sociales en desventaja el acceso a recursos para acceder a su vez a viviendas dignas,
- Lugar: Las viviendas deben hallarse ubicadas de tal manera de que los hogares que las habitan tengan acceso a trabajo, educación, salud y otros servicios

sociales. A su vez las viviendas no deben construirse en áreas contaminadas o vecinas a fuentes de contaminación

- Adecuación Cultural de la vivienda: el modo de construcción, los materiales y las políticas en que se apoyan, deben permitir una adecuada expresión de la identidad cultural y la diversidad de la vivienda. Las actividades vinculadas a esta esfera deben velar para impedir que se sacrifiquen las dimensiones culturales de la vivienda.

En vistas de dimensionar las necesidades de viviendas y de poder diseñar políticas habitacionales, la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación (dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios) firmó un convenio con la Universidad Nacional de Quilmes para la realización del proyecto “*Indicadores y Aplicación de Información sobre Vivienda en Argentina*” (IAIVA) cuyo propósito era optimizar la utilización de los datos censales para la obtención de conclusiones que permitan la formulación de políticas habitacionales en los ámbitos nacional, provincial y local. Dos fueron los objetivos a alcanzar por el proyecto IAIVA. El primero consistía en evaluar mediante indicadores (explicados a continuación) la **calidad de la situación habitacional argentina**. El segundo objetivo propuesto fue determinar la necesidad de viviendas a agregar al parque existente con el fin de satisfacer las necesidades de la totalidad de los hogares argentinos (en otras palabras dimensionar el **déficit de viviendas** existente). Esto hace que los frutos de este proyecto sean de gran utilidad para la justificación de la necesidad de buscar alternativas constructivas tales como la caña de bambú que permitan mediante políticas de inclusión social de las personas necesitadas paliar las carencias desde el punto de vista habitacional valiéndose de un material de bajo costo, renovable y que cuenta con facilidad constructiva.

Algunas de las variables relevadas en el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 y que fueron utilizadas para la realización de los informes resultantes del proyecto citado fueron entre otras:

- Aspectos físicos de la vivienda: calidad de los materiales de paredes, pisos y techos, servicios sanitarios.
- Disponibilidad de electricidad y el tipo de combustible empleado para cocinar
- Cantidad de cuartos que posee cada vivienda y la cantidad de personas por cuarto lo cual da una idea del hacinamiento.

A partir de este espectro de variables censadas en el presente proyecto de tesis de grado se plantea utilizar una selección de las variables analizadas por el proyecto IAIVA a partir de las cuales se obtienen dos indicadores para el análisis de la calidad de la situación habitacional de la República Argentina y sus provincias componentes. El primero de estos indicadores se refiere a la Calidad de la Vivienda y se considera que

para asegurar condiciones mínimas de habitabilidad la misma debe presentar materiales adecuados y debe contar con instalaciones internas (distribución de agua por cañería dentro de la vivienda, inodoro con descarga de agua y espacio para cocinar con provisión de agua).[Proyecto IAIVA,2007] En segundo lugar se utilizó un indicador referido a la Calidad de Ocupación de la Vivienda que considera dos aspectos:

- La relación personas/cuartos
- Baño con inodoro con descarga de agua de uso exclusivo del hogar

El nivel básico de calidad de ocupación corresponde a la relación personas/cuartos de hasta dos por cuarto con disponibilidad del baño con inodoro con descarga de agua de uso exclusivo. [Proyecto IAIVA, 2007]. Una vez dimensionados ambos indicadores y mediante la combinación de los mismos se obtiene una evaluación de la calidad de la situación habitacional a nivel país y desagregada por provincia.

En lo que al dimensionamiento del déficit habitacional respecta y dado que la finalidad del presente trabajo de investigación no es caracterizar en profundidad la situación habitacional de la República sino más bien exponer los justificativos que llevan a buscar nuevas técnicas de construcción (en este caso especial el bambú) que aceleren tiempos de construcción a la vez que reduzcan costos e impactos ambientales, se procederá a seleccionar algunos de los datos del proyecto conjunto entre la Universidad de Quilmes y la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de tal manera de contextualizar la situación del país y cuantificar la necesidad de viviendas existentes al momento del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 . Para este fin es necesario distinguir entre dos términos de vital importancia para el entendimiento de la situación habitacional de cualquier país, el **déficit cualitativo** y el **déficit cuantitativo de viviendas** cuyas definiciones se toman del sitio Web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina (INDEC).

En primer lugar el déficit cualitativo está compuesto por aquellas viviendas que presentan carencias en algunos de los componentes que hacen a la calidad constructiva de la vivienda, esto es que carecen de al menos una de las instalaciones pero que la calidad de los materiales permite su mejoramiento y completamiento. Estas viviendas son definidas como deficitarias recuperables. El hacinamiento por cuarto de los hogares es otra dimensión, además de la calidad constructiva de la vivienda, que origina situaciones deficitarias de tipo cualitativo. [Proyecto IAIVA, 2007]

De esta definición vale la pena aclarar que a menudo existen viviendas adecuadas desde el punto de vista de materiales e instalaciones pero, dado el tamaño del hogar que las habitan, pueden resultar insuficientes desde el punto de vista del espacio físico generándose situaciones de hacinamiento.

A su vez, el cómputo del déficit cuantitativo refiere a la cantidad de viviendas que se debe construir o adicionar al parque existente: son las nuevas unidades necesarias para que exista una relación uno a uno entre viviendas adecuadas y familias que necesitan alojamiento. Esta definición requiere:

- Diferenciar aquellas unidades de vivienda cuyos materiales constructivos representan el escalón mas critico de precariedad, por cuanto no brindan adecuada protección ni condiciones de seguridad, y por lo tanto requieren ser reemplazadas.
- Estimar la demanda potencial de unidades en función de la relación entre cantidad de hogares y cantidad de viviendas. [Proyecto IAIVA,2007]

1.2 El Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001. Situación Nacional

1.2.1 Indicadores demográficos

De acuerdo a los datos relevados por el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 la República Argentina contaba en ese momento con 36.260.130 habitantes con una densidad de 13 habitantes por km². Dicha población registró una variación porcentual del 11,2% en el último periodo intercensal siendo dicha variación inferior a la variación del 16,7% registrada entre los censos de los años 1980 y 1990. A su vez se relevaron 10.075.814 hogares siendo la variación registrada en el último periodo intercensal de 12,9%.

En el caso de las viviendas, el total de las viviendas empadronadas alcanza a 12.041.584, de las cuales 9.712.661 se consideran ocupadas y 2.328.923 se consideran desocupadas debido a que no se halló a ningún ocupante o estaban destinadas a usos comerciales o profesionales o se hallaban en construcción. El crecimiento del parque de viviendas entre los años 1980 y 2001 fue del 46,9%: 23,3% entre 1980 y 1991 y 19,1% entre 1991 y 2001.

De acuerdo a las proyecciones realizadas por el INDEC derivadas de la aplicación de la hipótesis media de evolución de la fecundidad y del análisis de la serie histórica de crecimiento, en la actualidad la población del país alcanzaría aproximadamente los 40 millones de habitantes esperándose alcanzar la cifra de 42.400.000 de habitantes alrededor del año 2015. Como puede observarse en la Fig1.2.1-1 el crecimiento poblacional proyectado en la Argentina es positivo por lo cual la importancia de las políticas habitacionales cobra aún mayor importancia.

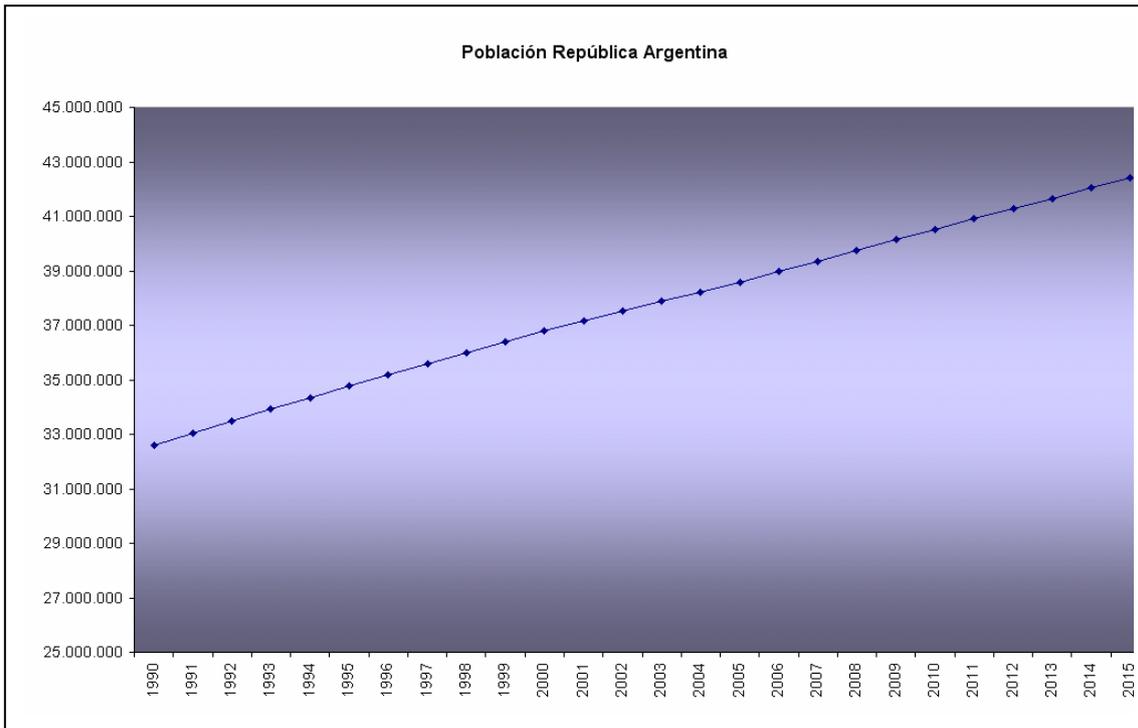


Fig.1.2.1-1 Población argentina proyectada. Elaboración propia en base a datos del INDEC

Si bien de acuerdo a las proyecciones del INDEC las tasas de crecimiento demográfico argentinas seguirían siendo positivas en los próximos años, dichas tasas se proyecta que se irán reduciendo lo cual es un fenómeno que se está repitiendo en los demás países de Sudamérica de acuerdo a los estudios de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Cabe destacar a su vez que, como puede observarse en el gráfico de la figura 1.2-2, las tasas de crecimiento demográfico argentinas históricamente se hallaron por debajo de la media continental.

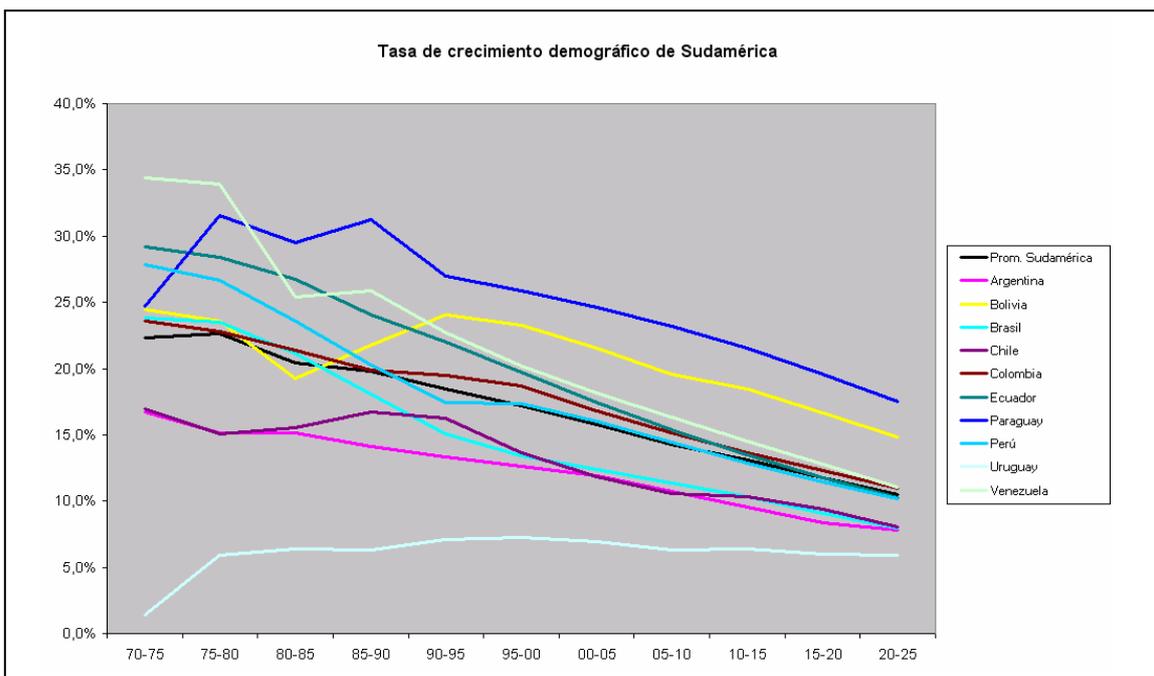


Fig.1.2.1-2 Tasas de crecimiento de la población en Sudamérica proyectada. Elaboración propia en base a datos de la CEPAL

Otro fenómeno que se observa en la región es la urbanización de la población en desmedro de la población rural. De hecho en la República Argentina las tasas de crecimiento de la población rural son negativas desde hace más de 40 años. Las razones de esta situación podrían encontrarse fundamentalmente en tres aspectos:

- La migración de áreas rurales y de otras áreas urbanas;
- El aumento natural de la población (nacimientos menos muertes) entre los residentes urbanos
- La reclasificación de previas áreas rurales a urbanas, a medida que ellas se transforman y cambian de aspecto

En el gráfico a continuación se observa que esta tendencia de disminución de la población rural es considerablemente mayor en la República Argentina que en el promedio de los demás países de Sudamérica

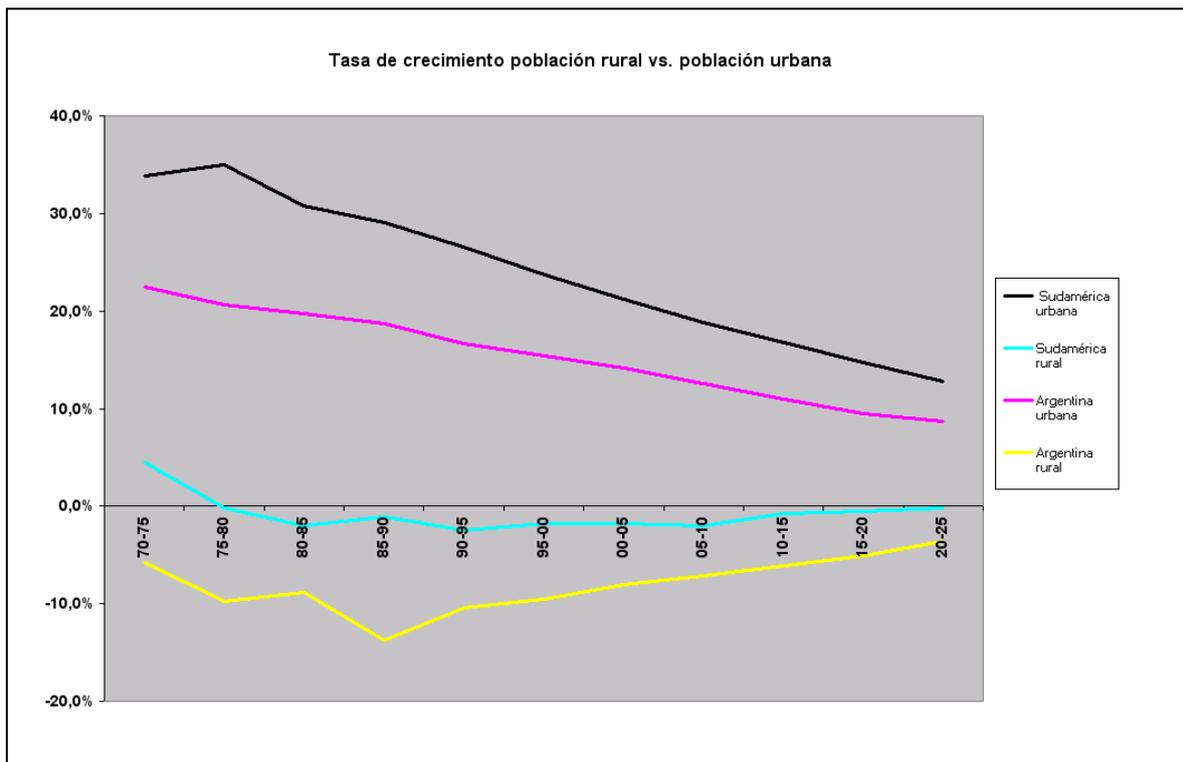


Fig1.2.1-3 Tasas de crecimiento de la población rural y urbana. Elaboración propia en base a datos de la CEPAL

Como es de esperar unas de las consecuencias de esta “urbanización” de la población es el incremento de asentamientos precarios o las comúnmente llamadas en nuestro país villas de emergencia. Sin ir más lejos y a modo de ejemplo, según datos del Instituto de la Vivienda de la Capital Federal, entre los años 2001 y 2005 el número de gente viviendo en asentamientos precarios se incrementó de 110.000 a 150.000 en gran parte

por la inmigración proveniente de países limítrofes (conforman el 50% de los habitantes de las villas) y del interior argentino (conforman el 20% del total de habitantes de villas).

1.2.2 Calidad de la situación habitacional de la República Argentina

A menudo los criterios utilizados por los gobiernos de los distintos países para determinar indicadores relacionados con la situación habitacional de los mismos varían considerablemente no existiendo una convención internacional de tal manera de aunar conceptos. Como se expresó, mediante el Proyecto IAIVA se buscó por un lado caracterizar la calidad de la situación habitacional y por otro cuantificar el déficit de viviendas (incluyendo no sólo las viviendas nuevas necesarias sino también aquellas construidas que se hallan en situaciones deficitarias recuperables). En el caso de la caracterización de la calidad de la situación habitacional se dispuso combinar dos indicadores, uno referido a la calidad de la vivienda y el segundo referido a la calidad de la ocupación de las mismas. Esta convención halla su justificación en que si bien la calidad constructiva de la vivienda puede ser buena el hecho de que la habiten más personas de lo recomendable genera situaciones deficitarias que deben ser abordadas en busca de una solución.

1.2.2.1 Calidad de las viviendas

En primer lugar es interesante analizar la composición de las 9.712.661 viviendas ocupadas empadronadas en el censo. Para entender esta composición es necesario destacar que a partir del censo de 1980 las casas fueron clasificadas en casas tipo A y casas tipo B. Las viviendas tipo “B” son aquellas que tienen piso de tierra, o carecen de baño con inodoro con descarga de agua o carecen de agua por cañería dentro de la vivienda, y por lo tanto, son consideradas deficitarias recuperables; mientras que las casillas, ranchos, locales no construidos para habitación, son consideradas deficitarias irrecuperables. Por el contrario, las casas tipo “A” y los departamentos son considerados no deficitarios.

Tipo de vivienda	1980		1991		2001	
	Absolutos	%	Absolutos	%	Absolutos	%
Total	7.103.853	100,0	8.518.267	100,0	9.712.661	100,0
casas A	3.788.673	53,3	4.727.240	55,5	6.048.671	62,3
casas B	1.143.666	16,1	1.409.406	16,5	1.479.902	15,2
Rancho	289.041	4,1	591.516	6,9	217.281	2,2
Casilla	0	0,0	0	0,0	266.322	2,7
Vivienda precaria	535.264	7,5	0	0,0	0	0,0
Departamento	1.266.351	17,8	1.557.355	18,3	1.579.569	16,3
Pieza/s en inquilinato	64.363	0,9	0	0,0	72.291	0,7
Casa de Inquilinato	0	0,0	47.400	0,6	0	0,0
Pieza/s en hotel / pensión	0	0,0	0	0,0	24.278	0,3
Hotel / Pensión	0	0,0	4.666	0,1	0	0,0
Local no construido p/habitación	0	0,0	24.556	0,3	20.492	0,3
Vivienda móvil	0	0,0	8.488	0,1	3.855	0,0
Otros	0	0,0	147.640	1,7	0	0,0
Desconocido	16.495	0,3	0	0,0	0	0,0

Tabla. 1.2.2.1-1. Viviendas ocupadas y distribución porcentual según tipo de viviendas. Fuente proyecto IAIVA

Como se observa en la tabla de la Tabla 1.2.2.1-1 la incidencia de las viviendas tipo A ha crecido con el paso de los años mostrando esto una tendencia favorable. Igualmente vale la pena remarcar que tal cual se mencionó con anterioridad el concepto de vivienda deficitaria difiere del de hogar deficitario ya que a menudo la vivienda es apta para la residencia pero puede ser insuficiente en espacio para el hogar que la habita generándose una situación de déficit cualitativo. A pesar de esta tendencia favorable el número de viviendas parcial o totalmente deficitarias es alarmante comparable con aquellos países desarrollados en los cuales la presencia activa del Estado con políticas sociales integrales lleva estos números a valores ínfimos.

Para analizar la calidad del parque de viviendas se combinan dos indicadores. En primer lugar un indicador referido a la calidad constructiva y en segundo lugar la calidad de las conexiones a servicios básicos. En lo que a la calidad constructiva respecta el indicador utilizado es la calidad de los materiales utilizados en la construcción. Para evaluar la calidad de los materiales se aplicó la tipología denominada INCALMAT¹ que permite la categorización de las unidades en cuatro niveles en función de las distintas combinaciones de los materiales de paredes, pisos y techos.

¹ La tipología INCALMAT se basa en la metodología elaborada por la Dirección de Estadísticas Sociales y de Población del INDEC denominada CALMAT

Calidad de los materiales		Absolutos	%
TOTAL VIVIENDAS OCUPADAS		9.712.661	100,0
INCALMAT I	Materiales resistentes y sólidos en todos los componentes constitutivos (pisos, paredes y techos) e incorpora todos los elementos de aislación y terminación.	5.814.492	59,9
INCALMAT II	Materiales resistentes y sólidos en todos los componentes constitutivos pero le faltan elementos de aislación o terminación al menos en uno de éstos	1.945.207	20,0
INCALMAT III	Materiales resistentes y sólidos en todos los componentes constitutivos pero le faltan elementos de aislación y/o terminación en todos éstos, o bien, presenta techos de chapa de metal o fibrocemento u otros sin cielorraso, o paredes de chapa de metal o fibrocemento.	1.380.137	14,2
INCALMAT IV	Materiales no resistentes al menos en uno de los componentes constitutivos.	572.825	5,9

Tabla 1.2.2.1-2. Viviendas ocupadas según calidad de materiales de paredes, pisos y techos. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001.

En lo que a la calidad de las conexiones a servicios concierne el INDEC adoptó los siguientes criterios:

- Si una vivienda cuenta con conexión a red de agua y de cloacas su calidad se considera satisfactoria.
- La conexión a red de agua en áreas de población agrupada, o perforación en áreas de población dispersa, y desagüe a red de cloacas o pozo con cámara séptica proveen niveles de calidad básica.
- La carencia de agua corriente o perforación (según se trate de población agrupada o dispersa) o la carencia de red de cloaca o pozo con cámara séptica origina situaciones de calidad insuficiente.

En la tabla 1.2.2.1-3 se observan los porcentajes obtenidos en el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001.

Calidad de conexión a servicios		Total País	%
Total Viviendas ocupadas		9.712.661	100,0
S	Tiene agua corriente y desagüe a cloaca	4.576.362	47,1
B	Tiene agua corriente y desagüe a pozo con cámara séptica.	1.767.545	18,2
	Tiene agua por perforación y desagüe a cloaca o pozo con cámara séptica en área rural dispersa.	68.907	0,7
I	Tiene agua corriente y desagüe a pozo ciego, hoyo excavación, NC ³⁷ , en área urbana y rural agrupada.	1.384.338	14,3
	Tiene agua corriente o por perforación y desagüe a pozo ciego, hoyo excavación, NC, en área rural dispersa.	175.288	1,8
	No tiene agua corriente en área urbana y rural agrupada ni de perforación en área rural dispersa y tiene desagüe a cloaca o pozo con cámara séptica.	885.201	9,1
	No tiene agua corriente en área urbana y rural agrupada ni de perforación en área rural dispersa y tiene desagüe a pozo ciego, hoyo, excavación en la tierra, NC.	855.020	8,8

Tabla. 1.2.2.1-3. Viviendas ocupadas según procedencia del agua y tipo de desagüe del inodoro. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001.

Como se desprende de la Tabla en la República Argentina al año 2001 y de acuerdo a los datos relevados por el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas de ese año el 47,1 % de las viviendas ocupadas pueden ser consideradas satisfactorias en lo que a conexiones de servicios básicos respecta. A su vez el 18,9% reúne los requisitos básicos mientras que el 34,0% presentaron calidad insuficiente en las conexiones a servicios básicos. Estos números no hacen más que confirmar el supuesto planteado de

que la República Argentina vive una crisis en materia habitacional que debe ser tratada como tal, mediante políticas que apunten a resolver el problema radicalmente pues el derecho a acceder a una vivienda digna está enunciado en el artículo 14 bis de la Constitución Nacional Argentina y como se desprenderá del presente análisis de la situación habitacional son muchos los casos en la Argentina en que este derecho se ve soslayado.

1.2.2.2 Calidad de ocupación de las viviendas

Como bien se expresó con anterioridad, un análisis del parque de viviendas disociado del análisis de los hogares que lo habitan no sólo resultaría incompleto sino también incorrecto. A menudo el hacinamiento con el cual una familia vive genera una situación deficitaria tan o más grave que la presentada por las carencias constructivas de una vivienda. Para acotar el término hacinamiento, el INDEC toma como criterio considerar que cuando el promedio de personas habitando un cuarto supera las dos la situación del hogar debe ser considerada insuficiente. A partir de los datos recabados por el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 se determinó con en la República Argentina al año 2001 el 11,8% de los hogares presentaba situaciones insuficientes en relación con la sobre ocupación.

El segundo criterio utilizado para evaluar la calidad de ocupación de las viviendas fue la disponibilidad de baño con inodoro con descarga de agua y uso exclusivo del mismo. De la combinación de ambos indicadores se puede obtener el dimensionamiento del total de los hogares en condiciones insuficientes desde el punto de vista de la calidad de la ocupación. En el año 2001 el 24,7% del total de hogares se hallaba en condiciones insuficientes mientras que el 53,0% y el 22,3% se hallaban en condiciones de calidad de ocupación satisfactoria y básica respectivamente.

Calidad de ocupación	Total Hogares		Total Población	
	Absolutos	%	Absolutos	%
Total Hogares	10.073.625	100,0	35.923.907	100,0
Satisfactoria (hasta una persona por cuarto y uso exclusivo del baño con inodoro con descarga de agua)	5.341.663	53,0	13.699.899	38,1
Básica (Más de 1 persona y hasta dos personas por cuarto y uso exclusivo del baño con inodoro con descarga de agua)	2.243.025	22,3	10.777.304	30,0
Insuficiente (Más de 2 personas por cuarto o uso no exclusivo del baño*)	2.488.937	24,7	11.446.704	31,9

Fig. 1.2.2.2-1. Hogares y población por calidad de ocupación de la vivienda. Total País. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001.

1.2.2.3 Calidad de la situación habitacional

Mediante la combinación de los indicadores de **calidad de la vivienda** y de **calidad de ocupación e la vivienda** se puede evaluar la calidad de la situación habitacional de la

República Argentina. Los resultados obtenidos por el proyecto IAIVA se muestran en la tabla de la figura 1.2.2.3-1

Calidad de la ocupación	Total	Calidad de la vivienda			
		Satisfactoria	Básica	Insuficiente	
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
Satisfactoria	53,0	74,1	59,5	29,6	(5.341.663)
Básica	22,3	21,5	30,4	18,2	(2.243.025)
Insuficiente	24,7	4,4	10,1	52,2	(2.488.937)
		(10.073.625)	(3.711.627)	(2.360.447)	(4.001.551)

Fig. 1.2.2.3-1. Hogares por calidad de la vivienda según calidad de ocupación. Total País. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001.

Como se desprende de los resultados mostrados en la figura 1.2.2.3-1 los problemas de calidad en la ocupación son más comunes en aquellos hogares que habitan viviendas deficitarias desde el punto de vista de la calidad de la construcción (el 52,2% de los hogares que ocupa viviendas de calidad insuficiente también presentan una deficiente calidad de ocupación). Los números son preocupantes y denotan la necesidad de acrecentar los esfuerzos en planeación y las inversiones de tal manera de paliar esta situación.

1.2.3 Déficit Habitacional

1.2.3.1 Déficit cualitativo

El déficit cualitativo está compuesto en primer lugar por aquellas viviendas que presentan carencias en algunos de los componentes que hacen a la calidad constructiva de la vivienda (carencia de algunas de las instalaciones o materiales sin terminaciones), pero su calidad (INCALMAT I, II y III) permite su mejoramiento por lo cual se las define como **deficitarias recuperables**

De acuerdo a los datos relevados por el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 a la fecha existían en la República Argentina 1.711.342 viviendas que podían considerarse deficitarias recuperables por su calidad constructiva insuficiente. Esto representa el 17,6 % del total de viviendas ocupadas.

La segunda dimensión que, además de la calidad constructiva, genera situaciones de déficit cualitativo es el hacinamiento. Como se fundamentó previamente en este caso se computan hogares en situaciones deficitarias y no viviendas. Al momento del último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas en la República Argentina existían 1.191.590 hogares en los cuales se presentaba la situación de que el promedio por cuarto era mayor a dos personas. Esto representa el 11,8% del total de los hogares argentinos al año 2001. Es importante destacar que se computaron 236.947 que además de presentar

hacinamiento residen en viviendas de calidad constructiva irrecuperable por lo cual se los incluye en las estimaciones del déficit cuantitativo.

1.2.3.2 Déficit cuantitativo

El déficit cuantitativo nos da una idea de la cantidad de viviendas que se deben agregar al parque ya existente con el fin de que la relación entre los hogares que necesitan alojamiento y las viviendas sea uno a uno. Para la cuantificación de este indicador es necesario estimar dos variables:

- La cantidad de viviendas que requieren reemplazo (INCALMAT IV)
- La demanda potencial de unidades en función de la relación entre cantidad de hogares y cantidad de viviendas

En el año 2001 y de acuerdo a los resultados del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas existían en la República Argentina 572.825 viviendas que requerían reemplazo por ser irrecuperables desde el punto de vista de la calidad de los materiales (son aquellas viviendas pertenecientes a la categoría INCALMAT IV²). Esto representa el 5,9 % del total de viviendas ocupadas al momento del censo. Pero este número quedaría incompleto si dejáramos de lado que la relación entre hogares y viviendas suele ser distinta a uno existiendo cohabitación de viviendas. De allí que la cantidad total de hogares que ocupaban viviendas irrecuperables en lo que a calidad constructiva se refiere se elevaba a 588.354 en el año 2001.

La segunda variable que genera situaciones de déficit cuantitativo es la cohabitación de viviendas no deficitarias o recuperables (los hogares que cohabitan viviendas deficitarias en lo que a materiales respecta están incluidos en las 588.354 viviendas enunciadas anteriormente). Según el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 a la fecha existía la necesidad de 338.693 viviendas para los hogares que cohabitaban en viviendas no deficitarias o de calidad constructiva recuperable.

Una vez estimadas ambas variables se puede obtener el déficit cuantitativo total que al año 2001 era de 927.047 viviendas (tal cual se muestra en la Fig. 1.2.3.2-1)

² Véase Tabla.1.2.2.1-2

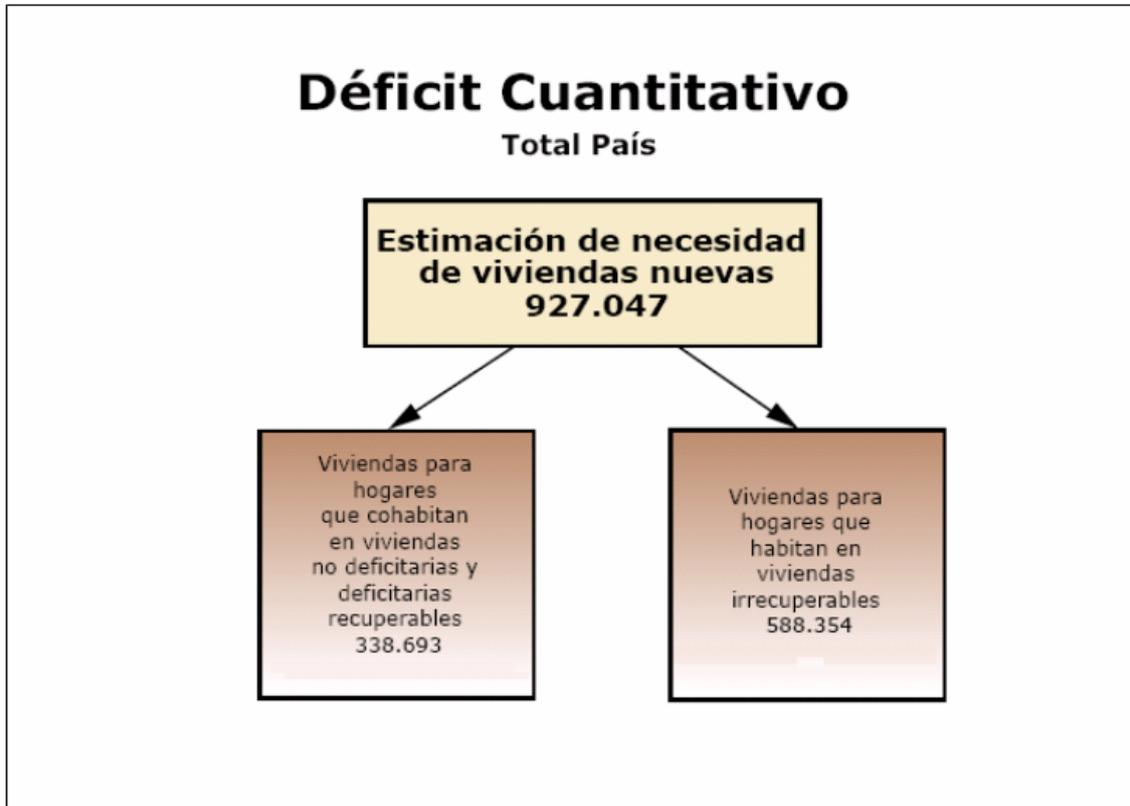


Fig. 1.2.3.2-1. Estimación del déficit cuantitativo de viviendas. Total País. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001.

1.3 El Noroeste Argentino (NOA)

Como se expresó en el resumen del presente proyecto de tesis de grado, el mismo tiene como objetivo analizar la factibilidad de utilizar caña de bambú en la construcción de viviendas en el Salta y Tucumán por existir en estas provincias gran cantidad de cañaverales no explotados aún (tal como se demostrará en el presente trabajo en secciones siguientes) y por ser altamente costoso el traslado de estas cañas por largas distancias dado su alta relación volumen-peso (lo cual hace que los costos del bambú en regiones alejadas a las plantaciones se incrementen considerablemente).

Tanto Salta como Tucumán están ubicadas en la región del Noroeste Argentino (NOA) El NOA comprende un vasto espacio integrado por 5 provincias (Catamarca, Jujuy, Salta, Santiago del Estero y Tucumán). En conjunto cubre 470.184 km² de superficie y contiene una gran variedad de ambientes naturales, sociales, políticos, económicos y culturales.



Fig. 1.3-1. Mapa del Noroeste Argentino

Históricamente esta región ha estado azotada por el flagelo de la pobreza y la desocupación y la mayoría de los indicadores sociales se encontraron siempre en peor situación que la media nacional. Para graficar la situación de la región se extrajeron de los datos recabados por el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 algunos de los indicadores demográficos y sociales que colaboran en el entendimiento de la situación regional.

		Total del país	Catamarca	Jujuy	La Rioja	Salta	Santiago del Estero	Tucumán
1. Población		36.260.130	334.568 personas (0,9% del total del país y 7,5% del NOA)	611.888 personas (1,7% del total del país y 13,7% del NOA)	289.983 personas (0,8% del total del país y 6,5% del NOA)	1.079.051 personas (3% del total del país y 24,2% del NOA)	804.457 personas (2,2% del total del país y 18% del NOA)	1.338.523 (3,7% del total del país y 30% del NOA)
2. Crecimiento anual:		1,01%	2,27%	1,70%	2,63%	2,11%	1,73%	1,52%
3. Tasa de natalidad:		1,82%	2,25%	2,49%	2,31%	2,05%	2,42%	2,11%
4. Tasa de mortalidad:		7,6 personas cada 1000	5,7 personas cada 1000	5,6 personas cada 1000	5,5 personas cada 1000	5,6 personas cada 1000	5,2 personas cada 1000	6,1 personas cada 1000
5. Tasa de mortalidad infantil		16,3 niños/as cada 1000	15,5 niños/as cada 1000	18,4 niños/as cada 1000	23,5 niños/as cada 1000	19,1 niños/as cada 1000	14,8 niños/as cada 1000	24,5 niños/as cada 1000
6. Población con cobertura de salud:		52%	55%	46%	59%	40%	36%	52%
7. Población de 10 años o más según condición de alfabetismo:	Población alfabeta	97,39%	95,67%	97,07%	95,26%	97,53%	95,34%	93,96%
	Población analfabeta	2,61%	4,33%	2,93%	4,74%	2,47%	4,66%	6,04%
8. Máximo nivel educativo de población de 15 años o más:	Sin instrucción	3,70%	3,18%	5,96%	3,09%	5,53%	6,11%	3,89%
	Con primario incompleto	14,21%	15,35%	16,41%	13,11%	16,91%	24,63%	15,71%
	Con primario completo	27,98%	26,97%	22,74%	27,83%	23,25%	28,77%	31,18%
	Con secundario incompleto	20,89%	23,15%	26,77%	22,12%	25,20%	17,32%	19,00%
	Con secundario completo	16,24%	15,78%	14,39%	17,40%	15,03%	12,27%	13,56%
	Con superior no universitario incompleto	2,39%	2,98%	3,92%	2,95%	2,59%	2,21%	2,17%
	Con superior no universitario completo	4,34%	4,84%	4,01%	4,95%	3,97%	3,80%	3,82%
	Con superior universitario incompleto	5,86%	4,70%	3,66%	5,68%	4,77%	3,20%	7,08%
	Con superior universitario completo	4,39%	3,06%	2,13%	2,88%	2,76%	1,69%	3,58%
9. Población con necesidades básicas insatisfechas (NBI)		17,70%	21,50%	28,80%	20,40%	31,60%	31,30%	23,90%

Tabla. 1.3-1. Información demográfica, sanitaria, educativa y de calidad de vida de las provincias del NOA. Fuente Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas año 2001

Como se observa en la Tabla 1.3-1 al año 2001 todas las provincias componentes del NOA tenían un porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas superior a la media nacional observándose casos como los de Salta y Santiago del Estero en los cuales los porcentajes son aproximadamente 75% superiores a la media nacional.

Como se mencionó, otro de los problemas que aqueja a la región NOA son los altos niveles de desocupación históricos y actuales. En la Tabla 1.3.2 pueden observarse las tasas de desempleo para el primer trimestre de 2008, siendo la tasa de desempleo de la región la más alta entre todas las regiones argentinas.

Área geográfica	Tasa de					
	Actividad	Empleo	Desocupación	Subocupación	Subocupación demandante	Subocupación no demandante
Gran Buenos Aires	48,1%	43,8%	9,0%	8,9%	6,1%	2,9%
Cuyo	43,5%	41,4%	4,9%	8,2%	7,0%	1,2%
Noreste (NEA)	37,6%	35,5%	5,5%	5,1%	3,7%	1,4%
Noroeste (NOA)	40,7%	37,0%	9,1%	8,0%	6,0%	2,0%
Pampeana	45,6%	41,8%	8,5%	7,6%	5,8%	1,9%
Patagónica	44,9%	42,2%	6,1%	3,3%	2,0%	1,3%

Tabla. 1.3-2. Tasas de empleo y desempleo por regiones. Fuente: INDEC, Encuesta de Permanente de Hogares Continua.

Este breve análisis de indicadores de la región da la pauta de que las necesidades en la misma son varias y diversas, que la búsqueda de soluciones a partir de recursos de bajo costo y durables como es el bambú significan no sólo una oportunidad sino un desafío que el Estado en continua interacción con los particulares y privados debe asumir en pos de alivianar la situación de marginalidad y pobreza existente en la región.

1.3.1 Situación habitacional Salta y Tucumán

En la presente sección se analizarán los resultados del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 en lo que a necesidades habitacionales respecta para la región NOA y específicamente para Salta y Tucumán. Esto complementará a los indicadores sociodemográficos ya expuestos para proveer una visión global de la situación social y de las necesidades existentes en la región en general y en las provincias seleccionadas en particular y probablemente generará un incentivo para continuar en la búsqueda de soluciones sistemáticas y radicales para paliar estas deficiencias.

Para la descripción y caracterización de la situación habitacional regional y provincial se recurrirá a las mismas variables utilizadas para caracterizar la situación nacional de tal manera de que de la comparación con los indicadores nacionales se desprenda la magnitud relativa de las necesidades regionales.

En primer lugar se caracterizará la calidad de la situación habitacional recurriendo nuevamente a los indicadores de calidad constructiva y de calidad de ocupación. A continuación se buscará cuantificar el déficit de viviendas tanto cuantitativo como cualitativo que existe en Salta y Tucumán.

A modo de introducción vale la pena resaltar que la población de la Provincia de Salta, según el Censo de Población, Hogares y Viviendas del año 2001, asciende a 1.079.051 habitantes con una densidad promedio de 6,9 habitantes por km². La variación porcentual de la población registrada en el último periodo ínter censal (91-01) fue de 24,6% menor que el 30,7% observado entre los censos de 1980 y 199. Como puede observarse, en Salta también está presente la tendencia de la reducción de tasas de crecimiento demográfico que se observa a nivel nacional. En lo que a hogares y viviendas respecta, en el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 se relevaron 241.407 hogares y 274.423 viviendas de las cuales 230.024 se encontraban ocupadas.

En lo que a la provincia de Tucumán se refiere, la población registrada en el año 2001 era de 1.388.523 habitantes con una densidad promedio de 59,4 habitantes por km². Las variaciones ínter censales entre los años 1980-1991 y 1991-2001 fueron de 17,4% y 17,2% diferenciándose la provincia de la tendencia descendente a nivel nacional. A su vez en el año 2001 en Tucumán se relevaron 310.787 hogares y 348.543 viviendas de las cuales sólo se hallaban ocupadas 295.045.

1.3.1.1 Calidad de las viviendas

Siguiendo la clasificación INCALMAT tanto Salta como Tucumán muestran porcentajes de viviendas irrecuperables desde el punto de vista de los materiales (INCALMAT IV) superiores a la media nacional, aunque la situación de la provincia de Salta es considerablemente más preocupante que la observada en Tucumán habiéndose computado en Salta un porcentaje de viviendas irrecuperables 324% superior a la media nacional.

Calidad de los materiales						
	Total País		Tucumán		Salta	
	Absolutos	%	Absolutos	%	Absolutos	%
Total Viviendas Ocupadas	9.712.661	100,0%	295.045	100,0%	230.024	100,0%
INCALMAT I	5.814.492	59,9%	122.814	41,6%	68.779	29,9%
INCALMAT II	1.945.207	20,0%	46.385	15,7%	49.550	21,5%
INCALMAT III	1.380.137	14,2%	99.678	33,8%	67.823	29,5%
INCALMAT IV	572.825	5,9%	26.168	8,9%	43.872	19,1%

Tabla 1.3.1.1-1 Viviendas ocupadas según calidad de materiales de paredes, pisos y techos. Elaboración propia. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001.

La segunda variable seleccionada del Proyecto IAIVA para caracterizar la situación de la calidad constructiva del parque de viviendas existentes en la República Argentina al año 2001 fue la calidad de las conexiones a servicios básicos. En la Tabla 1.2.2.1-1 se clasifica en satisfactoria, básica e insuficiente la calidad constructiva de acuerdo a las características de calidad de la conexión a servicios siendo los porcentajes a nivel país de 47,1%, 18,9% y 34% respectivamente del total de las viviendas ocupadas.

Calidad de conexión a servicios			
	Total País	Tucumán	Salta
Satisfactoria	47,1%	40,2%	53,9%
Básica	18,9%	19,6%	10,4%
Insuficiente	34,0%	40,2%	35,7%

Tabla 1.3.1.1-2 Viviendas según calidad de conexión. Elaboración propia. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001.

Como se observa en la Tabla 1.3.1.1-2 el porcentaje de viviendas de calidad insuficiente en lo que a calidad de conexión a servicios se refiere relevado en el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 es mayor en Salta y en Tucumán que computando el total del país. Como se observa en este caso las diferencias existentes entre los valores nacionales y los de las dos provincias analizadas no difieren en gran escala como sí sucedía en los indicadores de calidad de los materiales.

1.3.2.2 Calidad de ocupación de las viviendas

Como bien se mencionó al momento de describir la calidad de ocupación de las viviendas a nivel nacional son dos los indicadores que utilizó el INDEC para caracterizar el nivel de calidad de ocupación de las viviendas: el hacinamiento y la disponibilidad de baño con inodoro con descarga de agua y uso exclusivo del mismo.

El nivel de hogares que presentaban deficiencias por sobre ocupación a nivel nacional en el año 2001 fue de 11,8%. Este mismo indicador según los datos recabados fue de 24,2% en la provincia de Salta y de 17,9 % en la provincia de Tucumán.

De la combinación de ambos indicadores y tal cual se muestra en la Tabla. 1.3.2.2-1 para los datos a nivel país el INDEC tomó el criterio de clasificar la calidad de ocupación de los hogares de la siguiente manera:

- Satisfactoria: hasta una persona por cuarto y uso exclusivo del baño con inodoro con descarga de agua
- Básica: Más de 1 persona y hasta dos personas por cuarto y uso exclusivo del baño con inodoro con descarga de agua
- Insuficiente: Más de 2 personas por cuarto o uso no exclusivo del baño

Calidad de ocupación						
	Total País		Tucumán		Salta	
	Absolutos	%	Absolutos	%	Absolutos	%
Total Hogares	10.073.625	100,0%	310.674	100,0%	241.279	100,0%
Satisfactoria	5.341.663	53,0%	118.269	38,1%	78.976	32,7%
Básica	2.243.025	22,3%	74.562	24,0%	48.493	20,1%
Insuficiente	2.488.937	24,7%	117.843	37,9%	113.810	47,2%

Tabla. 1.3.2.2-1. Hogares por calidad de ocupación de la vivienda. Elaboración propia. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001.

Nuevamente las claras diferencias existentes entre el porcentaje de hogares en calidad de ocupación insuficiente a nivel nacional con respecto al mismo porcentaje relevado en las dos provincias analizadas llevan a concluir que las desventajas a nivel económico que afronta la región con respecto a gran parte del resto del país se traducen en necesidades sociales considerablemente más generalizadas lo cual torna preocupante la situación de la misma.

1.3.2.3 Calidad de la situación habitacional en Salta y Tucumán

Tal cual se hizo para la medición de la calidad de la situación habitacional a nivel país, la combinación de los indicadores de **calidad de la vivienda** y de **calidad de ocupación de la vivienda** es el instrumento utilizado por el proyecto IAIVA para caracterizar dicha calidad para las dos provincias en estudio.

Calidad de la ocupación	Total	Calidad de la vivienda			
		Satisfactoria	Básica	Insuficiente	
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	(241.279)
Satisfactoria	32,7	64,9	46,9	9,7	(78.976)
Básica	20,1	26,8	34,5	9,4	(48.493)
Insuficiente	47,2	8,3	18,6	80,9	(113.810)
	(241.279)	(58.623)	(62.398)	(120.258)	

Tabla. 1.3.2.3-1. Hogares por calidad de la vivienda según calidad de ocupación. Salta. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001.

Calidad de la ocupación	Total	Calidad de la vivienda			
		Satisfactoria	Básica	Insuficiente	
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	(310.674)
Satisfactoria	38,1	67,9	49,5	17,1	(118.269)
Básica	24,0	26,0	36,9	17,4	(74.562)
Insuficiente	37,9	6,1	13,6	65,5	(117.843)
	(310.674)	(84.934)	(67.978)	(157.762)	

Tabla. 1.3.2.3-1. Hogares por calidad de la vivienda según calidad de ocupación. Tucumán. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001.

Si se parte de la base de comparar aquellos hogares en los cuales la calidad de la vivienda es insuficiente se observa que del total de los mismos el 80,9% en Salta y el 65,5% en Tucumán sufren situaciones de hacinamiento. Estos porcentajes son considerablemente mayores al 52,2% a nivel nacional.

1.3.2.4 Déficit cualitativo

Como se expresó, las dos variables utilizadas para determinar la cantidad de viviendas deficitarias recuperables a partir de los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 fueron las carencias en algunos de los componentes que hacen a la calidad constructiva de la vivienda (viviendas pertenecientes a las categorías INCALMAT I, II y III) y el hacinamiento dado por la cantidad de personas por cuarto.

En lo respectivo a los materiales de construcción en Salta al año 2001 existían 64.056 viviendas de calidad constructiva deficitaria recuperable, lo cual representa el 27,8% del parque de viviendas de la provincia al momento. Por su parte en la provincia de Tucumán las viviendas de calidad constructiva deficitaria recuperable registradas por el censo de 2001 fueron 94.497 lo cual representa el 32% de las viviendas ocupadas. Considerando que la media nacional registrada fue del 17,6% nuevamente saltan a la luz la situación de desventaja que vive la región frente a gran parte del resto del país. Esta situación de crisis habitacional, tal cual se expresó, no es patrimonio exclusivo de Salta y Tucumán ya que tal cual se observa en el mapa de la figura 1.3.2.4-1 todas las provincias del NOA se hallan por encima de la media nacional siendo Catamarca con el 19,4% de viviendas ocupadas deficitarias recuperables la de menor porcentaje (aunque igualmente está por encima de la media nacional).

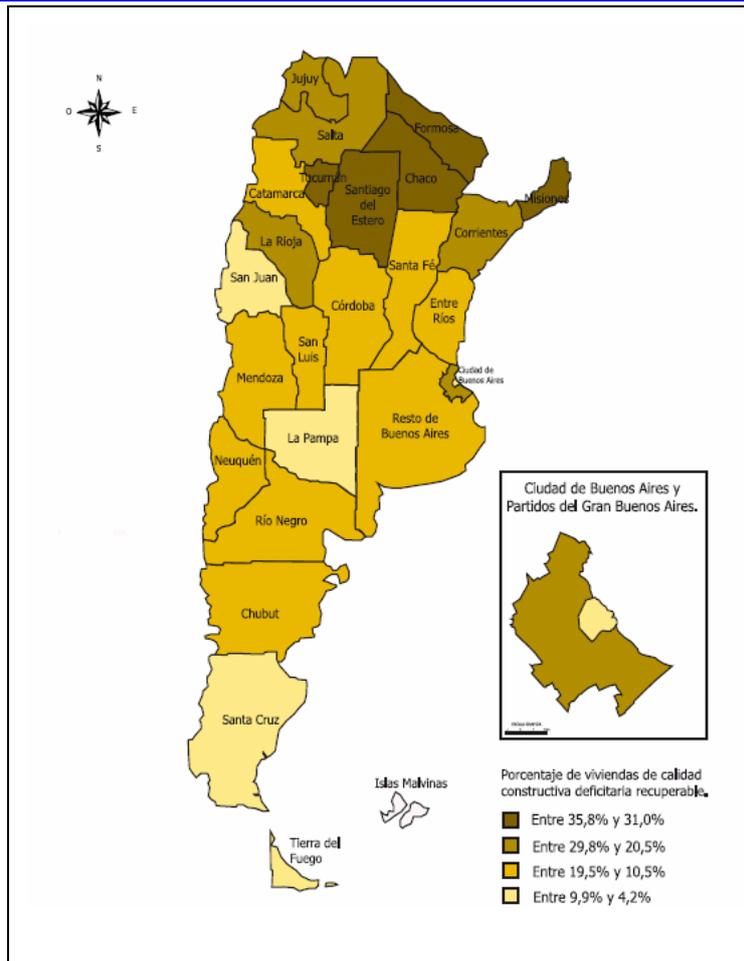


Figura. 1.3.2.4-1. Porcentaje de viviendas de calidad constructiva deficitaria recuperable. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001.

Por su parte en lo referido al hacinamiento por cuarto tanto Tucumán como Salta se encontraban muy por encima de la media nacional de hogares que sufrían este problema al año 2001. Al igual que con el indicador anterior, todas las provincias del NOA se hallaban al año 2001 por encima del valor a nivel país.

Jurisdicción	% de hogares con hacinamiento por cuarto
Total país	11,8
Formosa, Salta, Jujuy, Santiago del Estero, Chaco.	26,2 a 21,6
Corrientes, Tucumán, Catamarca, La Rioja, Misiones, San Juan, Neuquen, Chubut, Partidos del Gran Buenos Aires, Río Negro.	18,9 a 12,1
Mendoza, Entre Ríos, San Luis, Santa Fe, Córdoba	11,7 a 9,6
Santa Cruz, Resto Provincia de Buenos Aires, La Pampa, Tierra del Fuego, Ciudad de Buenos Aires	8,8 a 4,4

Tabla. 1.3.2.4-1 Porcentaje de hogares con hacinamiento por cuarto por provincia. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001

1.3.2.5 Déficit cuantitativo

De acuerdo a los datos relevados por el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 en la provincia de Salta era necesario reemplazar a 45.018 viviendas lo cual representaba al momento el 19,1% del total de viviendas ocupadas. Por su parte en Tucumán este número ascendía a 26.812 viviendas lo cual conformaba el 8,8% del parque de viviendas ocupadas al momento del censo. La situación observada no revestía la gravedad de la situación salteña pero el número no dejaba de ser alarmante. Vale la pena recordar que a nivel nacional el porcentaje de viviendas que debían ser reemplazadas por pertenecer a la categoría INCALMAT IV ascendía al 5,9% del total de viviendas ocupadas.

El segundo punto a considerar para dimensionar la cantidad de viviendas que se deben agregar es que la relación viviendas-hogares idealmente debe ser 1 a 1, por lo cual la cohabitación de una vivienda por dos o más hogares genera una situación de déficit cuantitativo. En la provincia de Salta al año 2001 eran 9.539 las viviendas que debían ser agregadas para remediar esta situación de cohabitación. Por su parte en Tucumán este número se elevaba a 14.894 viviendas. De la suma de ambas necesidades se obtiene que el déficit cuantitativo de viviendas total al año 2001 en Salta y Tucumán era de 54.557 y 41.706 viviendas respectivamente

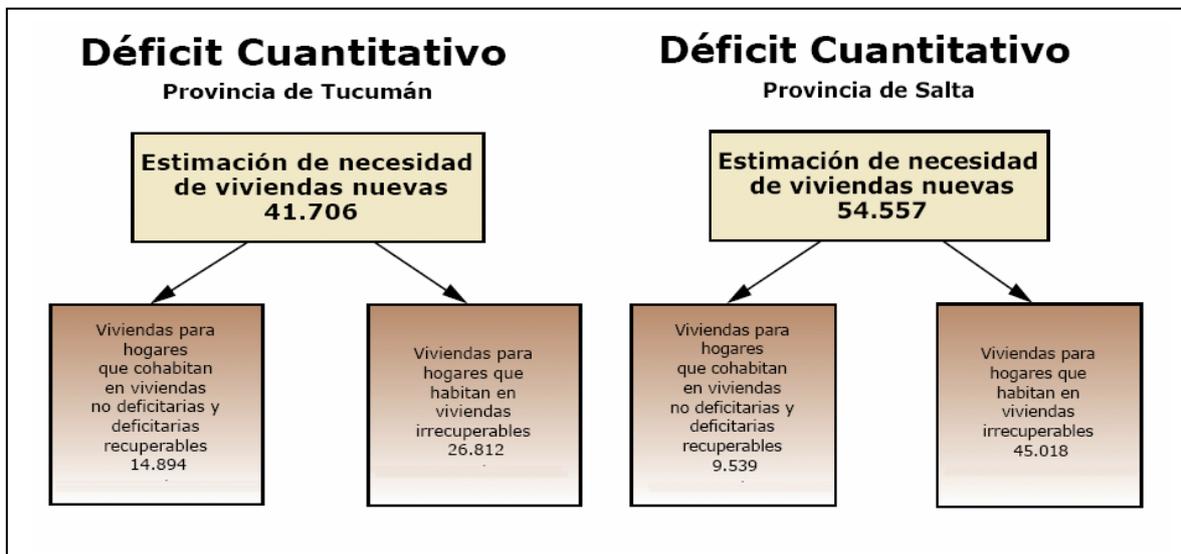


Fig. 1.3.2.5-1. Estimación del déficit cuantitativo de viviendas. Tucumán y Salta. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda, año 2001

En la Fig. 1.3.2.5-2 se puede observar el mapa de las necesidades de construcción de viviendas por provincia. Si bien este mapa no ofrece una idea de la situación de cada provincia por la simple razón de que la población varía de provincia a provincia, se puede tener una noción general de que el problema habitacional argentino se puede

considerar un problema disperso a lo largo y a lo ancho del país razón por la cual la necesidad de encarar proyectos y de establecer políticas habitacionales a largo plazo por parte del Gobierno Nacional conjuntamente con las Provincias se torna imperiosa.

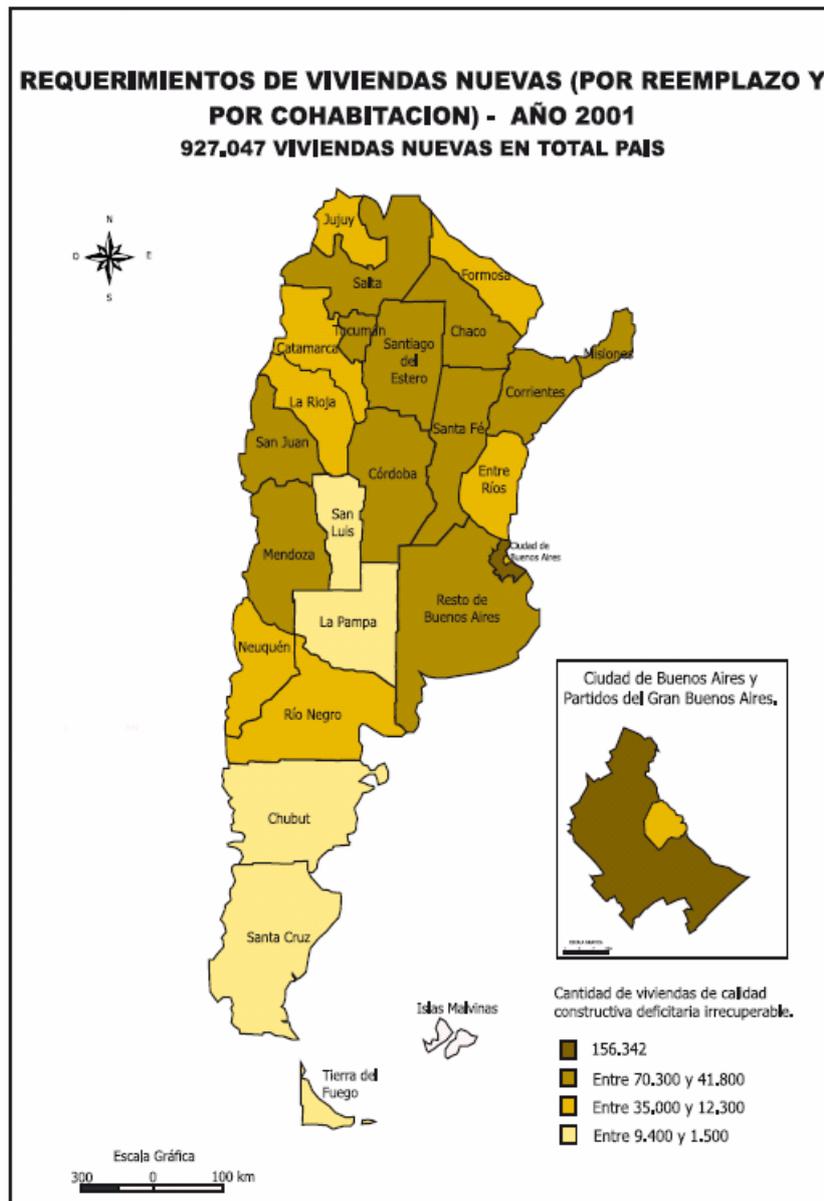


Fig. 1.3.2.5-2. Mapa de requerimientos de viviendas nuevas. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda 2001

1.4 La relación entre la situación social y la situación habitacional

A menudo se comete el error de analizar los problema de un país en forma aislada uno del otro cuando a menudo toda Nación con sus éxitos y fracasos, con sus abundancias y carencias puede ser considerada un sistema en el cual las distintas variables se retroalimentan generando movimientos en sus valores.

Es por esto que se considera interesante y gráfico hallar puntos de encuentro entre las realidades sociales argentinas y la situación habitacional de país (de hecho la situación de la vivienda y de habitación de los hogares pueden ser clasificadas como realidades sociales sin temor caer en un error)

Un ejemplo de esto es la relación existente entre el nivel de educación alcanzado por el Jefe de Hogar y la calidad de la vivienda (figura 1.4-1)

Calidad de la vivienda	Total Hogares	Nivel educativo alcanzado por el Jefe de Hogar				
		Primario Incompl / Sin Instrucción	Secundario Incompl. Primario compl.	Univ. Incompl / Terciario Incompl/ Secundario Comp.	Univ. Compl. /Terciario Compl.	
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
Satisfactoria	36,8	16,6	31,0	56,2	68,1	(3.711.627)
Básica	23,4	20,5	25,5	23,8	19,8	(2.360.447)
Insuficiente	39,7	62,9	43,6	20,0	12,1	(4.001.551)
	(10.073.625)	(2.266.502)	(4.640.548)	(2.182.354)	(984.221)	

Tabla 1.4-1. Calidad de la Vivienda de acuerdo a nivel educativo alcanzado por el Jefe de Hogar. Total País. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda 2001

Como era de esperar el porcentaje de viviendas de calidad insuficiente se incrementa en aquellos hogares en los cuales el Jefe de Hogar tan sólo ha alcanzado el nivel primario o inferior de educación. Esto lleva a concluir que es necesaria la focalización en políticas educacionales pues en la Argentina existe por un lado un mercado laboral cada día más competitivo en donde aquellas personas sin instrucción se ven relegadas y por otro lado sueldos básicos que son insuficientes de acuerdo a los costos de vida del país y a los valores de inflación reinantes al año 2008.

Otro punto a considerar en lo que a la educación de los jefes de Hogar respecta es que el porcentaje de jefes de Hogar con el nivel educativo mínimo (Primario Incompleto/Sin Instrucción) aumenta sustancialmente al pasar de una localidad grande a una chica encendiendo un alerta pues a menudo se pierde noción de la existencia de estas pequeñas poblaciones sin considerar el importante impacto que la gran cantidad de estas poblaciones a lo largo y a lo ancho del país genera en el total de la población.

Hogares con jefes con menor nivel educativo	Total País	Tamaño de las localidades						
		500.000 habitantes y más	499.999 a 100.000 hab.	99.999 a 50.000 hab.	49.999 a 10.000 hab.	9.999 a 2.000 hab.	Menos de 2.000 hab.	
% de hogares con jefes con menor nivel educativo	22,5	16,3	18,6	21,6	26,9	32,7	47,5	(2.267.546)
	(10.075.814)	(5.064.206)	(1.364.067)	(695.093)	(1.231.175)	(748.384)	(972.889)	

Tabla 1.4-2. Jefes de Hogar con nivel educativo mínimo según tamaño de localidades. Total País. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda 2001

Otro dato que se considera valioso analizar es el de la relación existente entre la cantidad de menores de 18 años en el hogar con la calidad de la vivienda.

Hogares según presencia de menores	Calidad de la vivienda				
	Total	Satisfactoria	Básica	Insuficiente	
Total Hogares	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
Hogares sin menores	45,4	56,8	42,8	36,3	(4.570.504)
Hogares con uno o dos menores	36,0	33,2	38,8	36,9	(3.628.146)
Hogares con tres y más menores	18,6	10,0	18,3	26,8	(1.874.975)
	(10.073.625)	(3.711.627)	(2.360.447)	(4.001.551)	

Tabla 1.4-3. Calidad de la vivienda según presencia de menores en el hogar. Total País. Fuente Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda 2001

De la estadística mostrada por la Tabla 1.4-3 se observa que la presencia de viviendas de calidad insuficiente se incrementa en los hogares con tres o más menores y, teniendo en cuenta que en la República Argentina según el Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas del año 2001 había aproximadamente 1.900.000 hogares con tres o más menores, la necesidad de políticas de educación sexual, de planificación familiar, entre otras queda claramente en evidencia.

Como puede observarse son muchos los problemas a atacar de tal manera de que las variables del sistema se retroalimenten en el sentido más conveniente. Como afirma Alan Gilbert, tanto como en la salud y la educación, los gobiernos solo pueden tomar acciones limitadas para resolver el problema de la vivienda. Esto se debe a que la habilidad del gobierno y de la sociedad para resolver sus problemas depende de la situación económica. La mala vivienda, tal como la mala salud, es un problema que aflige a los pobres. Por lo tanto, la solución real del problema habitacional es levantar el nivel de vida en general con ingresos más altos, con mejores fuentes de empleo, e introduciendo una política social apropiada a las circunstancias. La raíz del problema de la vivienda, y cualquier solución potencial, está más allá del sector habitacional. [Gilbert, 2002].

2. POLÍTICAS DE VIVIENDA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Se entiende por Política de Vivienda a la definición de principios y objetivos, el diseño de instrumentos y el seguimiento de la implementación que en materia de vivienda se desarrolla desde la Administración Pública, sea esta Nacional, Regional, Provincial o Municipal. Esta presencia pública debería producirse no sólo para corregir las “disfunciones” del mercado inmobiliario sino sobre todo para orientar su funcionamiento hacia la resolución equitativa de las necesidades de vivienda, y la mejora de su calidad orientada a su vez a una mayor calidad de vida de sus habitantes. [Seminario Iberoamericano de Políticas de Vivienda, San Miguel de Tucumán, 2003]

Como se desprende de la definición elaborada en el marco del Seminario Iberoamericano de Políticas de Vivienda llevado a cabo en la ciudad de San Miguel de Tucumán en el año 2003 la presencia activa del Estado cumpliendo las funciones involucradas en toda la cadena de la vivienda, desde la detección de la necesidad, pasando por el planeamiento de soluciones (idealmente con investigaciones y estudios de optimización de recursos) hasta el seguimiento de las acciones de implementación, resulta una condición irrenunciable para el ordenamiento del sistema inmobiliario y la satisfacción de la población toda. Esto implica el diseño una política habitacional integrada y abarcativa en la cual se logre aunar esfuerzos del sector estatal, privado, financiero y la población beneficiada para obtener la optimización de objetivos de cada una de las partes.

Para el año 2008 el Gobierno Nacional Argentino presupuestó destinar \$3.108,7 millones a obras de vivienda y urbanismo. Vale remarcar que los fondos destinados a soluciones de vivienda y urbanismo para el año 2008 son similares a los fondos del Presupuesto 2007 pero se observa una disminución del peso porcentual de las inversiones en este rubro en comparación con otros servicios sociales. Este dato no deja de sorprender considerando el gran número de hogares que viven en condiciones sumamente precarias o directamente no cuentan con una vivienda. Otro dato que sorprende es que en el Presupuesto Nacional del año 2006 se destinaban a obras de vivienda y urbanismo \$4.052,3 millones, lo cual implica una disminución aproximada de un 25% de la inversión.

Concepto	2007		2008	
	Millones de \$	%	Millones de \$	%
Salud	4.894,8	5,8	6.194,9	6,3
Promoción y asistencia social	3.296,0	3,9	4.045,0	4,1
Seguridad social	57.198,7	67,9	66.584,8	67,4
Educación y cultura	9.612,0	11,4	11.294,7	11,4
Ciencia y técnica	2.245,1	2,7	2.890,1	2,9
Trabajo	2.984,6	3,5	2.745,7	2,8
Vivienda y urbanismo	3.110,5	3,7	3.108,7	3,1
Agua potable y alcantarillado	938,4	1,1	1.856,6	1,9
Total	84.280,2	100,0	98.720,4	100,0

Tabla 2-1. Inversión en Servicios Sociales Presupuesto Nacional ejercicios 07-08. Fuente Ministerio de Economía y Hacienda

En la actualidad son variados los programas implementados por el Estado Nacional para paliar la importante situación de déficit de viviendas y servicios existente. Entre estos programas se destacan:

- Programa FONAVI, Reactivación I y II
- Programa Federal de Solidaridad Habitacional
- Programa de Emergencia Habitacional
- Programa de Federal de Mejoramiento de Viviendas Mejor Vivir
- Programa Federal de Construcción de Viviendas Etapas I y II

A continuaciones se hará una breve descripción de cada uno de los programas haciendo énfasis en destacar los productos que ofrecen, los sectores de la sociedad a los cuales están dirigidos, los organismos responsables, entre otras características salientes.

2.1 Programa FO.NA.VI. Reactivación I y II

El Fondo Nacional de la Vivienda (FONAVI) fue creado por la Ley 19.929 de 1970 apuntando a contrarrestar y disminuir el déficit habitacional existente en el país y posibilitar el acceso a una vivienda digna de los sectores de menores ingresos de la población. A partir de 1995 y con el dictado de la ley 24.464 se incorporó la posibilidad de destinar los fondos del Programa para el financiamiento en la compra de viviendas. De hecho son cuatro las acciones principales en las cuales los Institutos Provinciales de Vivienda invierten los fondos destinados por el Programa. A saber:

- Construcción de viviendas
- Otorgamiento de créditos: Tienen como finalidad proveer financiamiento para construcción, compra, terminación, ampliación y completamiento de viviendas.
- Equipamiento: Incluye plazas, salas de primeros auxilios, comedores asistenciales, espacios de esparcimiento público, etc.
- Infraestructura: Obras para provisión de gas, agua, energía y alumbrado público

En lo que a financiamiento se refiere, el Fondo ha modificados sus fuentes de ingreso a lo largo de los años de existencia. En efecto, en un primer momento la Ley 21.581 de 1972, establecía un financiamiento basado en aportes sobre los salarios. Posteriormente, en 1995 con el dictado de la Ley 24.464 se modifica la integración de los recursos del FONAVI, pasándose de la recaudación vía aportes a recaudar mediante una alícuota sobre el Impuesto a los Combustibles estableciéndose, a su vez, un mínimo mensual equivalente a \$75 millones (en caso de que la recaudación impositiva sea inferior a este monto es responsabilidad del Tesoro Nacional garantizar este mínimo nivel de financiamiento).

Más adelante, durante el segundo semestre de 2003 y el 2004, la Nación le asignó fondos adicionales del presupuesto nacional mediante el Programa Reactivación 1ª y 2ª etapas, a los efectos de paliar las consecuencias de la emergencia económica de principios de 2002 durante la cual el quiebre de la institucionalidad del Gobierno y la devaluación de la moneda impactan en el sector habitacional mediante la inflación y la desinversión que llevan a la paralización de gran parte de los proyectos y emprendimientos en materia habitacional. El objetivo del Programa Reactivación 1ª y 2ª etapas era la finalización de viviendas del sistema FONAVI que se encontraran en etapa de construcción avanzada no sólo con el objetivo de proveer soluciones habitacionales sino también buscando reactivar el empleo y el trabajo en la construcción a modo de solución parcial transitoria a la crisis. En el gráfico de la figura 1.2-1 se observa claramente el retroceso de las viviendas construidas en los años 2000 al 2003.

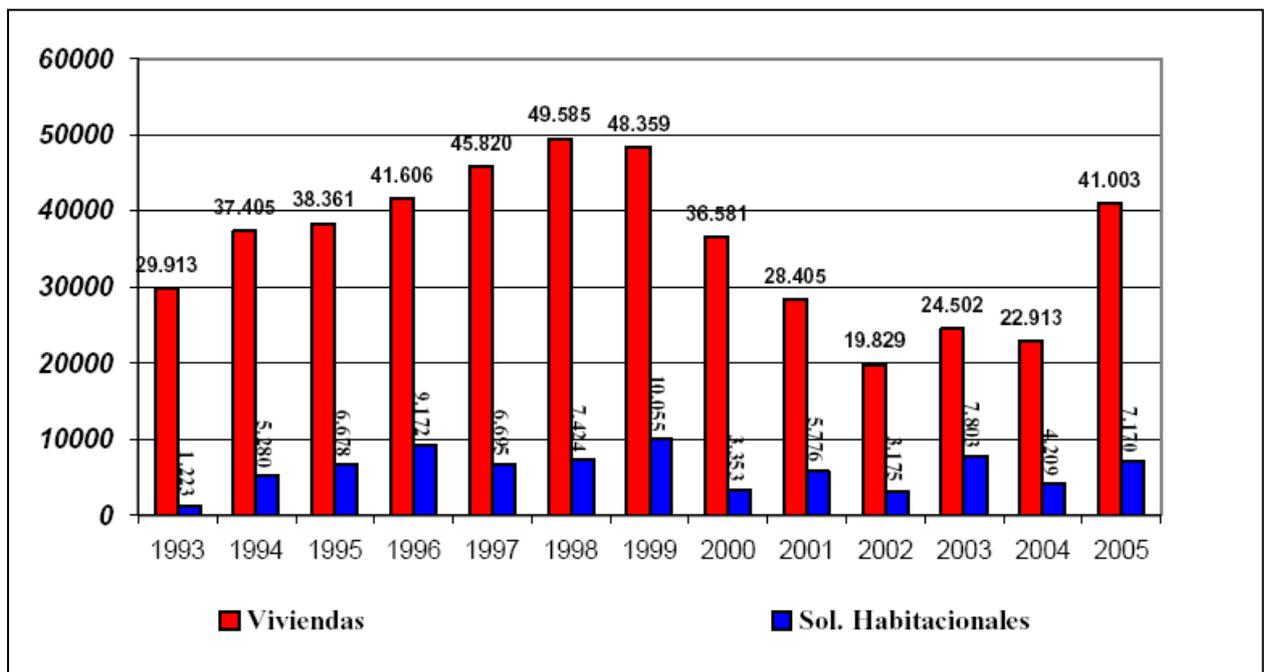


Fig. 2.1 -1 Viviendas y soluciones habitacionales a fin de ejercicio. Fuente SSDUV

En lo que a las responsabilidades corresponde, el Programa depende a nivel nacional de la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda encargada de transferir los fondos a las provincias y de realizar el control mediante auditorias de cada provincia. A menudo las provincias se ocupan de delegar en municipios o asociaciones sin fines de lucro la ejecución de las obras y la adjudicación de las viviendas. Como se mencionó previamente el financiamiento del Programa proviene de una alícuota del impuesto a los combustibles que percibe el Estado Nacional y distribuye entre las provincias de acuerdo a porcentajes preestablecidos. A su vez a estos recursos se le agrega los fondos que ingresan por el pago de las cuotas de los adjudicatarios que cada jurisdicción tiene el deber de reinvertir para nuevos proyectos.

El Programa FONAVI apunta a todas las familias que no posean vivienda propia y que por la situación económica del hogar no estén condiciones de acceder a financiamiento otorgado por entidades privadas. El nivel de ingresos de las familias que suelen acceder a las soluciones habitacionales brindadas por este Programa es medio, medio-bajo pues se exige un mínimo de ingresos de tal manera de que se asegure el pago de las cuotas correspondientes. Según estadísticas oficiales la cantidad promedio de familias beneficiadas por año por el Programa en el periodo entre los años 1977 y 2003 fue de 33.429.

En la historia del Programa hubo dos momentos que significaron hitos importantes fundamentalmente en lo que a la calidad de las viviendas y a la satisfacción de los usuarios respecta. En primer lugar en 1992 se produce la federalización del Programa lo cual generó que al ser los organismos locales los encargados del planeamiento, ejecución y adjudicación de las obras y al estar los mismos en contacto con las necesidades locales, la satisfacción por parte de los adjudicatarios creciera. El sistema público de vivienda registra en la actualidad el grado más importante de descentralización de toda su historia. La responsabilidad por el cumplimiento de la Ley 24.464 y la administración de los recursos corresponde a las provincias. Asimismo poseen facultades para diseñar sus planes de vivienda y sus sistemas de gestión, incluyendo la forma de recupero de los créditos otorgados para el acceso a las viviendas. A su vez el Gobierno Nacional a través de su área de Vivienda es responsable de la transferencia de los fondos a cada jurisdicción provincial, incluyendo las diferencias no recaudadas por el Impuesto a los Combustibles.

En segundo lugar en 1997 se cambió la política de ejecución de obras pasando de la construcción de grandes urbanizaciones con altos niveles de densidad a conjuntos habitacionales medianos en los cuales el adjudicatario se sentía mas personalizado en el trato dando lugar a un incremento de su satisfacción. A modo de ejemplo, del total de conjuntos de viviendas terminados durante el ejercicio 2005 el 49% correspondió a conjuntos entre 1 y 20 viviendas, el 45% a conjuntos entre 21 y 50, el 4% a conjuntos entre 51 100 y sólo el 2% a conjuntos mayores de 100 viviendas.

En lo que a los métodos constructivos respecta, el Programa FONAVI utiliza sistemas tradicionales los cuales serán descriptos con mayor detalle en secciones siguientes. El Programa FONAVI es el más importante en lo que a fondos respecta dentro de los programas llevados adelante por el Gobierno Argentino y como se ha mencionado fueron muchas las familias que se vieron beneficiadas por soluciones habitacionales provista por el FONAVI. Sin embargo y dado su importancia vale la pena aclarar que desde su concepción el Fondo ha tenido algunos problemas de raíz que han dificultado su operatoria y el alcance de los objetivos (válidos por cierto) con los que fue creado. En primer lugar uno de los principales problemas que salta a la vista es que a menudo el alto costo de las viviendas construidas exigen cuotas de repago que no están al alcance de los beneficiarios del Programa generándose que las soluciones provistas se desplacen en algunos casos a sectores sociales económicamente mejor ubicados que los sectores a los cuales originalmente se apuntaba. Otro problema que suele observarse es que la falta de transparencia propia del sector público argentino lleva que a menudo los controles destinados a que las viviendas económicas no sean recibidas por los sectores de más altos ingresos sino por aquellos sectores más necesitados se pasen por alto perdiendo así efectividad el Fondo.

Un tercer problema a analizar es el bajo recupero de las inversiones por medio de las cuotas pagadas por los adjudicatarios generando que la baja retroalimentación de los recursos financieros genere desaceleración del Programa y mayores gastos al Estado. Como se observa en la Tabla 2.1-1 el porcentaje de cumplimiento a nivel nacional al año 2005 era tan sólo de un 58,8% del total esperado.

Jurisdicción	Montos en \$		Cumplimiento
	Devengados	Percibidos	(%)
Buenos Aires	66.654.061	20.287.543	30,44
Catamarca	8.268.451	5.030.052	60,83
Córdoba	59.855.437	50.876.502	85,00
Corrientes	22.254.856	12.900.495	57,97
Chaco	28.239.362	21.078.490	74,64
Chubut	28.178.489	16.415.612	58,26
Entre Ríos	29.204.976	11.340.063	38,83
Formosa	5.103.489	993.661	19,47
Jujuy	20.359.261	13.824.704	67,9
La Pampa	24.311.438	9.279.210	38,17
La Rioja	11.194.061	6.289.825	56,19
Mendoza	41.303.458	23.349.580	56,53
Misiones	31.473.332	22.535.355	71,6
Neuquén	21.759.557	9.321.360	42,84
Río Negro	24.973.915	15.221.536	60,95
Salta	26.998.448	13.876.203	51,4
San Juan	21.548.062	14.951.588	69,39
San Luis	25.715.640	23.388.227	90,95
Santa Cruz	17.041.666	10.444.019	61,29
Santa Fe	47.664.897	23.611.931	49,54
Sgo. del Estero	20.355.444	14.727.840	72,35
Tucumán	20.689.688	15.056.309	72,77
T. del Fuego	18.731.348	12.994.413	69,37
GCBA	17.718.619	8.011.206	45,21
TOTAL	639.597.955	375.805.726	58,76

Tabla 2.1 -1 Recuperos por Cuotas de Amortización por jurisdicción. Fuente SSDUV.

Por otra parte en lo que a la construcción propiamente se refiere en las Auditorías realizadas entre los años 2001 y 2005 siempre aparecieron como deficiencias recurrentes la mala aislación térmica de las viviendas y las malas terminaciones de carpintería. El primer problema está causado por el uso generalizado de muros con materiales y especialmente con espesores inferiores a los necesarios para garantizar una correcta aislación térmica. En el caso de los techos este problema tiene su origen en que a menudo se utilizan membranas de polietileno no aptas como aislante térmico. En el caso de la carpintería está generalizado el empleo de carpintería sin doble contacto que facilita la penetración de aire y tierra al interior de la vivienda, la carencia de canales de desagote al exterior (lo cual genera el ingreso de agua a los espacios interiores), y el uso de espesores de chapa menores a los requeridos “Estándares Mínimos de Calidad para Viviendas de Interés Social”.

Por último la mala planeación a menudo lleva a emplazar viviendas en terrenos alejados de las redes de distribución de servicios trayendo aparejado un incremento importante en los costos finales de las obras.

2.2 Programa Federal de Solidaridad Habitacional

El Programa Federal de Solidaridad Habitacional inició sus actividades en el año 2003 y está destinado a beneficiar a los sectores más bajos de la población pues suele incorporar como mano de obra para los proyectos que se emprenden a aquellas personas beneficiarias de los planes Jefes y Jefas de Hogar o a mano de obra desocupada la cual se intenta insertar como trabajadores formales de las empresas a cargo de las obras.

En el orden nacional en este Programa interviene la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda encargada de otorgar el financiamiento de los proyectos a través de un subsidio no reintegrable a las Provincias, tramitar la remisión de fondos, aprobar las rendiciones de cuenta y auditar el Programa en sus aspectos financieros y técnicos. A su vez dado que se plantea como objetivo que el 50% de la mano de obra pertenezca a los planes Jefes y Jefa de Hogar también participa en este Programa el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación. Al igual que en el programa FONAVI los Organismos Provinciales de Vivienda tienen la facultad de armar los proyectos, contratar empresas, controlar y adjudicar las viviendas, entre otras facultades.

En una primera etapa se han incluido en este Programa las jurisdicciones de: Catamarca, Córdoba, Corrientes, Chaco, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta, San Juan, La Rioja, Santiago del Estero y Tucumán pues son las que presentan el mayor porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas (NBI). Posteriormente se incorporaron al desarrollo de este Programa las provincias de Chubut, Neuquén y Río Negro. Dentro de este Programa se incluyen los Subprogramas de: Emergencia Hídrica, Emergencia Sísmica, Viviendas para Aborígenes y Emergencia Social.

La adquisición por parte de los adjudicatarios se financia a través de cuotas mensuales dependiendo de la decisión de cada jurisdicción pero siempre considerando que el objetivo del Programa es beneficiar a familias que pertenecen al nivel NBI (Quintil 1). Las viviendas son de dos dormitorios, con todos los servicios y una superficie aproximada de 42 m² siendo los montos máximos financiables por unidad de vivienda de \$25.000. Para su construcción se utilizan sistemas tradicionales buscando priorizar materiales de producción local siempre y cuando se ajusten a los “Estándares Mínimos de Calidad para viviendas de Interés Social”

De acuerdo al artículo 3 del Convenio Marco Programa Federal de Solidaridad Habitacional-Primera Etapa firmado en el año entre el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios y los representantes de las provincias

beneficiadas, los proyectos a ser presentados para su inclusión en el Programa, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) Estar localizados en centros poblacionales con alto nivel de desempleo.
- b) No superarán las 40 unidades de vivienda por emprendimiento.
- c) Cada empresa podrá ser adjudicataria de hasta de 2 emprendimientos.
- d) La tecnología a utilizar será de mano de obra intensiva.
- e) El plazo de ejecución de las obras no superará los 8 meses.

En la tabla 2.2-1 se muestra un detalle del avance de los fondos destinados al Programa y las obras en ejecución y finalizadas por provincia desde la puesta en marcha del Programa hasta el día 31 de mayo de 2008.

Provincia	Previstos Originales \$	Viviendas		
		Total	Terminadas	En Ejecución
Catamarca	54.065.000,00	2.381	2.236	145
Chaco	95.737.042,09	3.061	2.148	913
Chubut	17.641.435,15	490	313	177
Cordoba	1.516.058,23	61	61	0
Corrientes	50.750.000,00	2.040	2.040	0
Entre Rios	48.500.000,00	1.940	1.450	490
Formosa	49.920.542,11	2.000	1.910	90
Jujuy	54.056.165,90	2.186	1.920	266
La Rioja	19.650.000,00	786	248	538
Misiones	50.750.000,00	2.030	1.960	70
Neuquén	9.096.000,00	90	0	90
Rio Negro	1.310.851,77	30	30	0
Salta	50.820.176,28	2.025	2.025	0
San Juan	11.785.000,00	454	387	67
Santiago del Estero	7.520.000,00	473	352	121
Tucuman	52.950.000,00	2.038	1.648	390
TOTAL	576.068.271,52	22.085	18.728	3.357

Tabla 2.2 -1. Programa Federal de Solidaridad Habitacional. Viviendas terminadas, en ejecución y fondos destinados al 31/05/08. Fuente SSDUV

2.3 Programa de Emergencia Habitacional

El Programa Federal de Emergencia Habitacional inició sus operaciones en el año 2003 y está orientado a la reactivación productiva mediante la construcción de viviendas utilizando como mano de obra a beneficiarios de los Planes Jefes y Jefas de Hogar organizados en Cooperativas de Trabajo con el objetivo de generar una política que tienda a resolver conjuntamente problemas laborales y habitacionales. El Programa está orientado a hogares con ingresos por debajo del nivel de indigencia y otros grupos en condiciones marginales.

Las entidades públicas que de una u otra manera participan de este Programa son.

- El Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios que a través de la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda financia el Programa y se encarga de la auditoría del uso de los recursos.
- El Ministerio de Desarrollo Social a través del Instituto Nacional de Asociativismo y Economía Social -INAES- se encarga de capacitar a los integrantes de las cooperativas y a agentes locales para que evalúen el cumplimiento del Programa
- El Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social que gestiona la incorporación de los beneficiarios de Programas Jefes y Jefas de Hogar a la industria de la construcción.
- Los Organismos Provinciales de Vivienda que administran los fondos entregados por los fondos girados por el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, firman contratos con los municipios y en caso de que estos últimos lo soliciten adjudican las viviendas y se encargan de organizar el sistema de recupero de la inversión. A su vez los Municipios son los encargados de proveer los terrenos, firmar convenios con las Cooperativas, planear y ejecutar las obras y gestionar el pago a las Cooperativas.

Las tecnologías de construcción utilizadas son tradicionales tendiendo a seleccionar aquellas que por sus características faciliten la autoconstrucción asistida. El Programa establece que las vivienda sean financiadas a 50 años en cuotas mensuales de U\$S 11.49 sin interés, a través de los Institutos Provinciales de la Vivienda, priorizando la adquisición por parte de los integrantes de las Cooperativas que no sean propietarios.

En la tabla 2.3-1 se muestra un detalle del avance de los fondos destinados al Programa y las obras en ejecución y finalizadas por provincia desde la puesta en marcha del Programa hasta el día 31 de mayo de 2008.

Provincia	Monto Firmado a la fecha	Viviendas			
		Viviendas firmadas	Terminadas	En Ejecución	A Iniciar
Buenos Aires	181.693.325	5.171	3.096	1.895	180
Catamarca	24.918.850	608	304	304	
Cordoba	11.626.100	116		116	
Corrientes	11.528.570	402	306	80	16
Chaco	13.441.500	334	138	124	72
Entre Rios	37.895.800	1.236	608	370	258
Jujuy	138.450.820	4.276	2.780	1.220	276
Mendoza	2.965.050	68	12	48	8
Misiones	26.295.900	734	330	380	24
Rio Negro	6.581.350	156	76	72	8
Salta	25.062.550	580	300	200	80
San Juan	49.109.650	994	340	438	216
Santa Fé	38.287.400	1.112	676	340	96
Santiago del Estero	19.048.350	560	312	220	28
Tierra del Fuego	504.500	8		8	
Tucuman	35.369.190	812	568	212	32
TOTAL	622.778.905	17.167	9.846	6.027	1.294

Tabla 2.3 -1. Programa Federal de Solidaridad Habitacional. Viviendas terminadas, en ejecución y fondos destinados al 31/05/08. Fuente SSDUV

2.4 Programa de Federal de Mejoramiento de Viviendas Mejor Vivir

El Programa de Federal de Mejoramiento de Viviendas Mejor Vivir tuvo origen en un convenio firmado en el año 2004 entre el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios y las Provincias y tiene por objetivo la ampliación, refacción o finalización de aquellas viviendas que presenten deficiencias tales como carencia de baño, mala instalación interna de agua o por presentarse una situación de hacinamiento por el tamaño insuficiente. Al momento de la firma del convenio se planteó que el Programa estaría destinado al mejoramiento de 140.000 viviendas en toda la República. Como quedó en evidencia en el análisis de la situación habitacional de la República Argentina a partir de los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001 el déficit cualitativo tiene una incidencia porcentual incluso más importante que el déficit cuantitativo por lo cual programas como éste cobran gran importancia pues a menudo se cae en el error de focalizar esfuerzos en la construcción de nuevas viviendas dejando de lado las necesidades muchas veces imperiosas (como en muchas situaciones de hacinamiento) que presentan hogares que cuentan con una vivienda propia en condiciones deficitarias.

En la Tabla 2.4-1 se observa la distribución de las obras y fondos del Programa Mejor Vivir en las distintas jurisdicciones. Como se observa tanto el NOA como el NEA muestran una incidencia importante dentro de la distribución de recursos y esto está fundamentado en los altos niveles deficitarios en materia habitacional que existen en las provincias que componen estas regiones.

Región	Jurisdicción	N° de Mejoram.	Monto por Mejoram.	Monto a financiar	Porcentaje
Patagonia Sur	Chubut	1.600	14.000	22.400.000	1,5%
	Santa Cruz	1.100	19.000	20.900.000	1,4%
	Tierra del Fuego	600	22.000	13.200.000	0,9%
	Total Región	3.300		56.500.000	3,9%
Patagonia Norte	La Pampa	850	11.000	9.350.000	0,6%
	Neuquén	1.750	14.000	24.500.000	1,7%
	Río Negro	2.220	14.000	31.080.000	2,1%
	Total Región	4.820		64.930.000	4,5%
Cuyo	La Rioja	1.520	10.000	15.200.000	1,0%
	Mendoza	5.360	10.000	53.600.000	3,7%
	San Juan	2.220	10.000	22.200.000	1,5%
	Total Región	10.610		106.100.000	7,3%
NOA	Catamarca	1.750	10.000	17.500.000	1,2%
	Jujuy	3.500	10.000	35.000.000	2,4%
	Salta	5.710	10.000	57.100.000	3,9%
	Santiago del Estero	4.900	10.000	49.000.000	3,4%
	Total Región	22.510		225.100.000	15,5%
NEA	Chaco	6.760	10.000	67.600.000	4,6%
	Corrientes	4.660	10.000	46.600.000	3,2%
	Entre Ríos	4.430	10.000	44.300.000	3,0%
	Formosa	3.500	10.000	35.000.000	2,4%
	Total Región	26.000		260.000.000	17,9%
CENTRO	Córdoba	9.910	10.000	99.100.000	6,8%
	Santa Fe	10.500	10.000	105.000.000	7,2%
	Total Región	20.410		204.100.000	14,0%
METROPOLITANA	Ciudad de Buenos Aires	4.550	13.500	61.425.000	4,2%
	Partido gran Buenos Aires	32.640	10.000	326.400.000	22,4%
	Interior Bs. As	15.160	10.000	151.600.000	10,4%
	Total Región	52.350		539.425.000	37,0%
TOTAL PAIS		140.000		1.456.155.000	100,0%

Tabla 2.4 -1. Distribución de obras y fondos a nivel nacional Fuente Convenio Marco Programa de Federal de Mejoramiento de Viviendas Mejor Vivir

En la tabla 2.4-2 se muestra un detalle del avance de los fondos destinados al Programa y las obras en ejecución y finalizadas por provincia desde la puesta en marcha del Programa hasta el día 31 de mayo de 2008. Al observar ambas tablas surgen diferencias entre los mejoramientos proyectados y los firmados en algunas provincias, tal es el caso de Tucumán en la cual se habían proyectado 6.650 mejoramientos habiéndose firmado al 31/05/08 13.6329. Opuesta es la situación que se observa en otras provincias en las cuales los mejoramientos efectivamente firmados distan en mucho de la cantidad proyectada en el convenio constitutivo del Programa. Esto puede no sólo puede mostrar errores de planificación sino también a menudo denotan favoritismos (dados a menudo por motivos de simpatía política y acatamiento al Gobierno Nacional) entre las distintas provincias en la repartición de fondos para el desarrollo de proyectos.

Provincia	Monto Firmado a la fecha	Mejoramientos			
		Con firma a la fecha	Terminados	En Ejecución	A iniciar (con Anticipo Financiero)
Buenos Aires			0		0
Catamarca	19.154.927,00	1.750	1.084	558	108
Chaco	193.247.242,80	16.275	9.835	3.095	3.345
Chubut	52.791.671,81	2.861	171	1.421	1.269
Ciudad de Buenos Aires	56.128.363,47	3.329	128	1.953	1.248
Cordoba	17.454.346,73	1.559	43	1.256	260
Corrientes	4.597.755,93	481	250	0	231
Entre Rios	1.694.000,00	121	0	0	121
Formosa	40.669.230,84	3.500	3.117	383	0
Jujuy	40.341.556,49	3.667	1.128	1.630	909
La Pampa	7.818.199,20	649	107	19	523
La Rioja	23.330.096,45	1.840	1.460	60	320
Mendoza	34.519.145,33	2.651	825	728	1.098
Misiones	120.301.351,01	9.795	4.454	3.848	1.493
Neuquén	12.258.818,69	717	0	701	16
Rio Negro	15.521.407,93	1.040	9	619	412
Salta	60.808.633,06	4.795	1.792	2.094	909
San Juan	26.412.034,94	2.269	2.049	72	148
Santa Cruz	11.544.000,00	520	12	396	112
Santa Fé	2.227.505,88	163	0	0	163
Santiago del Estero	2.553.652,76	207			207
Tierra del Fuego	1.455.970,82	118	38	80	0
Tucuman	180.845.209,02	13.629	4.577	5.639	3.413
TOTAL	925.675.120,15	71.936	31.079	24.552	16.305

Tabla 2.4 -1. Programa de Federal de Mejoramiento de Viviendas Mejor Vivir. Mejoramientos terminados, en ejecución y a iniciar y fondos destinados al 31/05/08. Fuente SSDUV

2.5 Programa Federal de Construcción de Viviendas Etapas I y II

El Programa Federal de Construcción de Viviendas tiene como objetivo brindar solución al problema habitacional existente en la República Argentina haciendo foco en los centros urbanos con mayores niveles de déficit. Este Programa incluye los siguientes Subprogramas: Viviendas con Municipios, Urbanización de Villas y Asentamientos Precarios y Terminación de Vivienda.

El Programa está articulado en dos etapas. La primera tuvo su inicio en un convenio firmado en el año 2004 entre el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios y las Provincias mediante el cual el Estado Nacional se comprometía a otorgar a las provincias financiamiento no reintegrable destinado a la construcción de 120.000 viviendas a lo largo del país. En la Tabla 2.5-1 se observa la distribución de las viviendas proyectadas en el convenio así como los costos de las viviendas en cada región del país oscilando los mismos entre \$30.000 y \$65.000 (estos costos son al año 2004 por lo cual es de esperar que se observen diferencias importantes con los costos actuales). A su vez se observa que la inversión estimada para la primera etapa de este proyecto es de \$3.875 millones de pesos. No obstante, comparando el presupuesto firmado con el avance de obras expuesto en la Tabla 2.5-2 se observa una diferencia importante en lo que a la inversión respecta y también en lo que concierne a las viviendas firmadas en algunas provincias denotando nuevamente los problemas que ya se habían observado en los anteriores Programas.

Región	Provincia	Numero de viviendas	Superficie minima	Costo por vivienda	Monto a financiar	Porcentaje
Patagonia Sur	Chubt	4.000	49	42.000	168.000.000	4,3%
	Santa Cruz	3.000	49	56.000	168.000.000	4,3%
	Tierra del Fuego	1.200	49	65.000	78.000.000	2,0%
	Total Región	8.200			414.000.000	10,7%
Patagonia Norte	La Pampa	1.400	49	33.000	46.200.000	1,2%
	Neuquén	1.400	49	42.000	58.800.000	1,5%
	Río Negro	3.000	49	42.000	126.000.000	3,3%
	Total Región	5.800			231.000.000	6,0%
Cuyo	La Rioja	2.000	44	30.000	60.000.000	1,5%
	Mendoza	4.000	44	30.000	120.000.000	3,1%
	San Juan	5.000	44	30.000	150.000.000	3,9%
	San Luis	1.000	44	30.000	30.000.000	0,8%
	Total Región	12.000			360.000.000	9,3%
NOA	Catamarca	2.000	44	30.000	60.000.000	1,5%
	Jujuy	3.000	44	30.000	90.000.000	2,3%
	Salta	2.000	44	30.000	60.000.000	1,5%
	Santaiago del Estero	4.000	44	30.000	120.000.000	3,1%
	Tucumán	4.000	44	30.000	120.000.000	3,1%
	Total Región	15.000			450.000.000	11,6%
	NEA	Chaco	2.900	44	30.000	87.000.000
Corrientes		2.900	44	30.000	87.000.000	2,2%
Entre Ríos		2.900	44	30.000	87.000.000	2,2%
Formosa		1.400	44	30.000	42.000.000	1,1%
Misiones		2.900	44	30.000	87.000.000	2,2%
Total Región		13.000			390.000.000	10,1%
CENTRO	Córdoba	8.000	44	30.000	240.000.000	6,2%
	Santa Fe	10.000	44	30.000	300.000.000	7,7%
	Total Región	18.000			540.000.000	13,9%
METROPOLITANA	Ciudad de Buenos Aires	5.000	44	40.000	200.000.000	5,2%
	Interior Bs. As	10.000	44	30.000	300.000.000	7,7%
	Partido gran Buenos Aires	33.000	44	30.000	990.000.000	25,5%
	Total Región	48.000			1.490.000.000	38,5%
TOTAL PAIS		120.000			3.875.000.000	100,0%

Tabla 2.5-1. Programa de Federal de Construcción de Viviendas Etapa I. Fuente SSDUV

Provincia	Monto Firmado a la fecha	Viviendas			
		Con firma a la fecha	Terminadas	En Ejecución	A iniciar (con Anticipo Financiero)
Buenos Aires	974.793.723	19.231	4.242	14.389	600
Catamarca	87.015.947	2.450	1.810	640	0
Chaco	98.706.689	2.899	2.844	55	0
Chubut	190.407.365	3.650	3.191	459	0
Ciudad de Buenos Aires	110.516.770	2.501	32	1.818	651
Cordoba	321.365.000	8.886	3.755	2.993	2.138
Corrientes	99.648.435	2.900	2.900	0	0
Entre Rios	110.909.307	2.921	2.153	391	377
Formosa	47.941.452	1.400	1.110	290	0
Jujuy	114.513.656	3.000	2.305	695	0
La Pampa	52.786.927	1.400	1.360	40	0
La Rioja	143.153.538	3.947	3.057	890	0
Mendoza	157.998.117	4.535	3.639	596	300
Misiones	100.553.797	2.900	2.810	90	0
Neuquén	105.418.804	1.870	461	1.149	260
Río Negro	129.983.100	3.000	2.696	304	0
Salta	73.271.921	2.000	1.780	220	0
San Juan	183.572.178	5.679	4.418	833	428
San Luis	18.944.000	496	0	0	496
Santa Cruz	195.475.481	3.000	786	2.214	0
Santa Fé	413.295.303	10.460	7.439	3.021	0
Santiago del Estero	138.199.592	3.960	3.850	110	0
Tierra del Fuego	110.558.242	1.342	383	959	0
Tucuman	367.221.461	6.904	1.979	4.875	50
TOTAL	4.346.250.807,13	101.331	59.000	37.031	5.300

Tabla 2.5-2. Estado de avance de obras al 31/05/08 Programa de Federal de Construcción de Viviendas Etapa I. Fuente SSDUV

Por su parte la segunda etapa del Programa tuvo su inicio en un convenio firmado en el año 2005 entre el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios y las Provincias mediante el cual el Estado Nacional se comprometía a otorgar a las provincias financiamiento no reintegrable destinado a la construcción de 300.000 viviendas a lo largo del país con una inversión cercana a los \$17.500 millones de pesos. En las Tabla 2.5-3 y 2.5-4 se observan la distribución de las viviendas proyectadas en el convenio y el avance de obras desde el inicio de la segunda etapa hasta el 31/05/08 respectivamente.

Región	Provincia	Total Programa	Sup. Mínima	Monto Max. Por Viv.	Monto Total a Financiar	Porcentaje Distrib. Viviendas
Patagonia Sur	Chubut	8.000	60	70.000	560.000.000	2,7%
	Santa Cruz	8.000	60	93.300	746.400.000	2,7%
	Tierra del Fuego	5.000	60	108.000	540.000.000	1,7%
	Total Región	21.000			1.846.400.000	7,0%
Patagonia Norte	La Pampa	3.600	60	55.000	198.000.000	1,2%
	Neuquén	5.000	60	70.000	350.000.000	1,7%
	Río Negro	5.000	60	70.000	350.000.000	1,7%
	Total Región	13.600			898.000.000	4,5%
Cuyo	La Rioja	8.000	55	52.500	420.000.000	2,7%
	Mendoza	11.000	55	52.500	577.500.000	3,7%
	San Juan	10.000	55	52.500	525.000.000	3,3%
	San Luis	5.000	55	50.000	250.000.000	1,7%
	Total Región	34.000			1.772.500.000	11,3%
NOA	Catamarca	8.000	55	52.500	420.000.000	2,7%
	Jujuy	8.000	55	52.500	420.000.000	2,7%
	Salta	12.000	55	52.500	630.000.000	4,0%
	Santiago del Estero	10.000	55	50.000	500.000.000	3,3%
	Tucumán	10.000	55	50.000	500.000.000	3,3%
	Total Región	48.000			2.470.000.000	16,0%
NEA	Chaco	10.000	55	50.000	500.000.000	3,3%
	Corrientes	10.000	55	50.000	500.000.000	3,3%
	Entre Ríos	9.900	55	50.000	495.000.000	3,3%
	Formosa	8.000	55	50.000	400.000.000	2,7%
	Misiones	10.000	55	50.000	500.000.000	3,3%
Total Región	47.900			2.395.000.000	16,0%	
CENTRO	Córdoba	16.000	55	50.000	800.000.000	5,3%
	Santa Fe	21.000	55	50.000	1.050.000.000	7,0%
	Total Región	37.000			1.850.000.000	12,3%
METROPOLITANA y BUENOS AIRES	Ciudad de Buenos Aires	6.000	55	66.600	399.600.000	2,0%
	Interior Bs. As	23.500	55	50.000	1.175.000.000	7,8%
	Partidos Gran Buenos Aires	69.000	55	66.600	4.595.400.000	23,0%
	Total Región	98.500			6.170.000.000	32,8%
TOTAL PAIS		300.000			17.401.900.000	100,0%

Tabla 2.5-3. Programa de Federal de Construcción de Viviendas Etapa II. Fuente SSDUV

Provincia	Monto Firmado a la fecha	Viviendas			
		Con firma a la fecha	Terminadas	En Ejecución	A iniciar (con Anticipo Financiero)
Chaco	239.268.706	4.103	448	1.820	1.835
Chubut	92.617.783	1.052	0	0	1.052
Ciudad de Buenos Aires	22.792.000	224	0	0	224
Cordoba	110.076.800	1.678			1.678
Corrientes	149.755.714	2.900	350	1.950	600
Formosa	155.517.698	3.044	0	1.493	1.551
Jujuy	48.464.143	830	0	0	830
La Pampa	139.221.939	2.440	592	1.566	282
La Rioja	122.155.920	1.906	163	1.743	0
Mendoza	187.088.232	3.225	797	2.383	45
Misiones	179.326.240	3.369	180	2.633	556
Neuquén	22.263.755	200			200
Rio Negro	54.676.799	538	0	0	538
Salta	356.450.224	6.126	319	3.140	2.667
San Juan	205.142.760	2.889	0	0	2.889
Sgo del Estero	398.151.985	6.162	1.100	1.150	3.912
Tucuman	190.877.880	3.352	0	0	3.352
TOTAL	2.844.677.568,70	46.468	3.949	20.183	22.336

Tabla 2.5-4. Estado de avance de obras al 31/05/08 Programa de Federal de Construcción de Viviendas Etapa II. Fuente SSDUV

2.6 Consideraciones y conclusiones sobre las políticas habitacionales

Son muchas las variables que deberían estar presentes y conjugarse de tal manera de poder considerar que la política de vivienda de un Estado es completa e integral. En primer lugar es vital destacar que la política de viviendas debe ser una política de Estado que no sepa de variaciones estructurales por cambios de gobiernos, funcionarios o partidos políticos. Se debe tender a que cada gobierno que asume continúe el trabajo empezado por sus antecesores pues es ésta la única manera de buscar soluciones radicales y por ende en el largo plazo (plazo que de seguro excede los años de permanencia en el poder de un mismo gobierno)

Otro punto fundamental a considerar es la correcta planeación del desarrollo urbanístico. Se deben considerar no sólo las necesidades de vivienda sino también el efecto que la construcción de dichas viviendas genera. La calidad de las soluciones habitacionales, la localización de las mismas, la disponibilidad de servicios cercanos, entre otras variables influyen en gran medida en la calidad de vida y la satisfacción de los beneficiarios. Una buena planeación implica también relevar las viviendas ya existentes pues a menudo y más cuando es necesario optimizar la utilización de los recursos, la reutilización o refacción de las estructuras ya existentes en parque pueden convertirse en una solución viable.

Por otra parte es recomendable la participación activa de la población beneficiaria en todas las acciones relativas a la política habitacional. Un claro ejemplo de esto es el sistema que utiliza el Programa de Emergencia Habitacional involucrando a Cooperativas de Trabajo en la construcción de las viviendas. Esta tendencia debería profundizarse haciendo hincapié y fomentando la autoconstrucción, el cooperativismo,

la cooperación mutua, etc. siempre proveyendo un marco de profesionalismo y control de tal manera de que las soluciones habitacionales obtenidas no sólo se ajusten a las normas sino también que satisfagan a los beneficiarios (que, como se propone, podrían ser los mismos constructores). Para alcanzar estos objetivos es fundamental hacer foco en la capacitación de todos los participantes en el proceso de tal manera de que se detecten las necesidades y se provean soluciones acordes.

Otra responsabilidad ineludible de los Estados es facilitar el acceso al financiamiento necesario para alcanzar la vivienda para lo cual entre otras acciones se deben diseñar instrumentos y sistemas de financiamiento estatales e involucrar al sistema financiero privado mediante la concreción de acuerdos con entidades financieras que permitan el flujo de fondos necesarios. Dentro del mismo tema es importante remarcar que para el caso de soluciones habitacionales para hogares muy carenciados es necesario encarar una política fuertemente subsidiada.

A modo de resumen de lo expuesto resulta útil citar al Banco Mundial que en su publicación del año 1993 denominada *Vivienda. Un entorno propicio para el mercado habitacional* expuso algunas ideas y lineamientos que en la actualidad rigen las políticas habitacionales de un gran número de países. Estas ideas parten de la base de considerar que el sector de vivienda está regido por las fuerzas del mercado y que la interrelación entre la oferta y la demanda determina lo que la gente paga por las viviendas. Es por esto que considera que los gobiernos tienen a su alcance seis instrumentos que le permiten adoptar políticas que faciliten el funcionamiento del mercado inmobiliario. Tres de estos instrumentos abordan las limitaciones del lado de la oferta y los otros tres se ocupan de las limitaciones del lado de la demanda. Los tres instrumentos referentes a la oferta son:

- El suministro de infraestructura para la urbanización residencial: lo que requiere coordinar las actividades de los organismos responsables del suministro de infraestructura residencial (camino, desagües, agua, alcantarillado y electricidad) a fin de que centren la atención en dotar de servicios a los terrenos existentes no aprovechados con el objeto de lograr una urbanización residencial eficiente;
- La reglamentación de la urbanización de terrenos y la construcción de viviendas: para ello es necesario equilibrar los costos y los beneficios de la reglamentación que influye en los mercados de terrenos y viviendas urbanas, especialmente la referente al uso de la tierra y a la construcción, y eliminar las normas que obstaculizan innecesariamente la oferta de vivienda
- La organización de la industria de construcción: para lo que es necesario crear más competencia en dicha industria, eliminar las restricciones a la elaboración y el uso de materiales de construcción locales, y reducir las barreras comerciales aplicables a los insumos de vivienda.

Por su parte los tres instrumentos que conciernen a la demanda son:

- El desarrollo del derecho de propiedad: lo que requiere velar por que los derechos de propiedad de libre disposición de la vivienda estén establecidos por la ley y se hagan respetar y administrar programas de registro de terrenos y viviendas y regularización de la tenencia
- La promoción del financiamiento hipotecario: para lo que se requiere establecer instituciones de préstamo hipotecario solventes y competitivas, y fomentar sistemas innovadores que permitan a los pobres mayor acceso al financiamiento de viviendas
- La racionalización de los subsidios: para ello es necesario establecer programas de subsidios de magnitud adecuada y accesibles que beneficien precisamente a los destinatarios previstos, que sean mesurables y transparentes y que impidan la distorsión de los mercados inmobiliarios [Banco Mundial, 1993]

3. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Dentro del espectro de viviendas existentes entre los sectores más carenciados de la población deben diferenciarse las viviendas construidas por los usuarios y aquellas provistas por el Estado como resultado de algunos de los Programas de Vivienda antes descritos. Entre las primeras, las viviendas más humildes reciben la denominación de ranchos (propios de zonas rurales) o casillas (propias de zonas urbanas). Ambos modelos se construyen con materiales de baja calidad y sin seguir patrón alguno de diseño. Entre estos materiales se pueden contar chapas, latas, lonas, chapas recicladas en mal estado, paredes de adobe (común en los ranchos), ramas, maderas, cañas, cartones, maloja, tortas de barro, entre otros. En ciertos casos en algunos asentamientos urbanos pueden observarse casillas con materiales de mayor calidad como ladrillos pero a menudo las terminaciones de estas viviendas distan mucho de ser buenas y a menudo los hogares que las habitan sufren situaciones de hacinamiento. Este tipo de vivienda a menudo presenta piso de tierra, ladrillo suelto o en algunos casos de cemento sin terminación alguna.



Fig.3-1. Rancho típico de zonas rurales



Fig.3-2.Casilla. Vivienda deficitaria común en zonas

En lo que a la construcción formal respecta, el total de los planes de vivienda promovidos por el Estado recurre a la utilización de sistemas tradicionales de construcción con variaciones según el programa, el proyecto y, en algunos casos, la región del país en que se desarrollan las obras (pues a menudo se prioriza utilizar materiales comunes del lugar para reducir los costos de fabricación). Es importante resaltar que las soluciones habitacionales se entregan con el sistema de llave en mano, es decir que deben contar con el total de las instalaciones de agua, eléctrica, sanitaria cloacales y pluviales. A continuación se detallan las formas de construcción y materiales mas comúnmente utilizados por el Instituto de la Vivienda de Salta de las partes constitutivas de las soluciones habitacionales provistas por los planes gubernamentales con algunos de los estándares considerados mínimos para la aceptación de las mismas.



Fig.3-3.Viviendas provistas por el IPV de Salta

3.1 Fundación

En primer lugar, previo a realizar la fundación de la vivienda se debe realizar la limpieza y emparejamiento del terreno de tal manera de no entorpecer el desarrollo de la obra. En lo que a la fundación propiamente dicha respecta, se debe prestar especial atención a su diseño pues se ha observado importante influencia de la misma en el costo de la vivienda social siendo a menudo causal de esto el sobredimensionamiento. En algunos casos (no en todos) se justificará la realización de un estudio de suelo dependiendo esto de el tamaño de la obra, la cantidad de datos preexistentes, las probables sobrecargas por factores tales como viento y nieve, la zonificación sísmica del lugar a emplazar las viviendas, etc.

Los tipos de fundaciones a utilizar dependen sustancialmente del peso de la estructura y las características de los estratos de suelo, utilizándose para suelos resistentes fundaciones directas o superficiales (entre las que se cuentan las zapatas y las plateas) y para suelos de menor resistencia fundaciones indirectas o profundas (pilotes o pilares). En las viviendas sociales dado que el peso de las estructuras (que comúnmente son de una sola planta) es bajo suelen utilizarse como sistemas de fundación los siguientes:

- Zapata corrida: Es el tipo de cimiento más común para fundar muros y consiste en una banda continua que soporta al muro de carga a lo largo de su longitud. Se usa también para cimentar muros de cerca, muros de contención por gravedad, para cerramientos de elevado peso, etc.

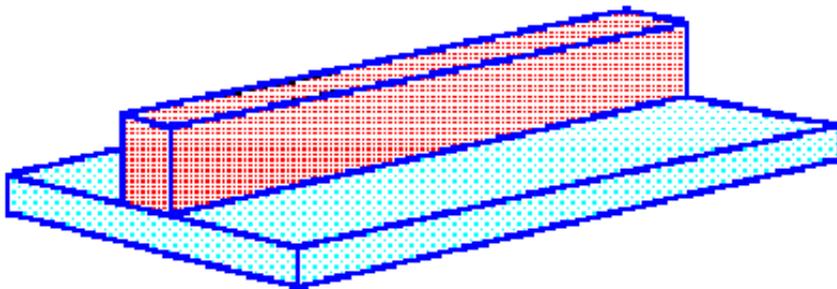


Fig.3.1-1.Zapata corrida. Fuente Sitio Web Escuela Politécnica del Ejército de Ecuador

- Zapata y vigas de fundación: La viga de fundación es un elemento estructural que permite tomar las cargas de muro y transmitir las a zapatas aisladas. Las razones de su uso son su menor costo comparado a la zapata corrida y que en algunos casos conviene que el peso del muro se transmita a la zapata para que aumente las cargas horizontales y se compensen momentos descompensados en el apoyo.

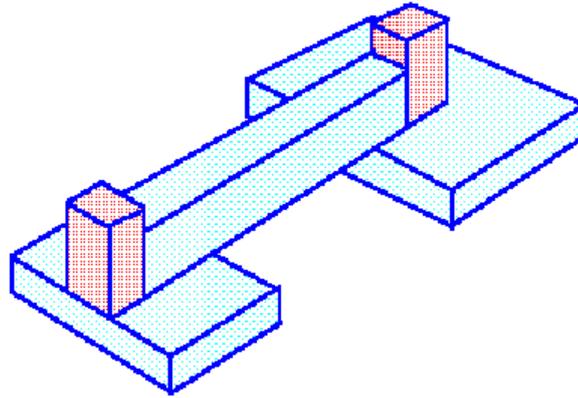


Fig.3.1-2.Zapata aislada y viga de fundación. Fuente Sitio Web Escuela Politécnica del ejército de Ecuador

- Plateas de fundación: Se utilizan en los casos en que la presión admisible del terreno es reducida y las cargas actuantes son elevadas. Consiste en una placa de hormigón armado con vigas encasetonadas que le ofrece un gran apoyo contra el suelo la vivienda. Se comporta como una losa invertida y es de ese modo que se arman los aceros. Se debe prestar especial cuidado a su cálculo y diseño pues de no ser así puede resultar antieconómica o deficiente.

Se debe considerar que sobre las fundaciones y antes de empezar las paredes en elevación se deben colocar capas de aislación hidrófuga que impidan el acceso de humedad proveniente del suelo a los muros.

3.2 Contrapisos y solados

El contrapiso se compone de una capa de hormigón pobre sobre la cual se fija el material del solado que, de acuerdo a lo que usualmente utiliza en sus proyectos el IPV de Salta (es similar en las distintas provincias del NOA), puede ser:

- Mosaico granítico pulido en obra
- Mosaico calcáreo (usualmente en rojo, gris o amarillo)
- Cerámico esmaltado
- H°S° fratazado

3.3 Estructuras de Hormigón armado.

De acuerdo a los Estándares mínimos de calidad para viviendas sociales establecidos por la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda para el proyecto, cálculo y ejecución de las estructuras de hormigón serán de aplicación:

- Reglamento CIRSOC 201 “Proyecto Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado”.
- Reglamento CIRSOC 202 “Hormigón Liviano de Estructura Compacta,

Dimensionamiento, Elaboración y Control”.

- En zonas sísmicas INPRES-CIRSOC 103 – Parte II “Construcciones de Hormigón Armado y Pretensado”. [SSDUV, 2000]

Dentro de las estructuras de H°A° que forman parte de la estructura de una vivienda social se encuentran las columnas y vigas resistentes, vigas y columnas de encadenado y la losa (que a menudo puede alivianarse mediante el uso de viguetas).

3.4 Cerramientos interiores y exteriores

Los muros que conforman los cerramientos interiores y exteriores de las viviendas sociales provistas por los distintos planes habitacionales se construyen prácticamente en la totalidad de los casos de mampostería, presentándose las variantes de utilizar ladrillos comunes, ladrillos cerámicos o bloques de hormigón. Durante la construcción de muros de mampostería se exige sumo cuidado con respecto a la humedad (que puede generar la erosión y lavado de las juntas de mortero) y el extremo calor (que puede alterar el proceso de endurecimiento y generar fisuras por retracción del mortero).

En lo que a la aislación hidrófuga de muros respecta la SSDUV recomienda en ningún caso se confíe la misma únicamente a tratamientos impermeabilizantes superficiales del tipo de las pinturas que se ofrecen en plaza, ya que al ser afectados por impactos o simplemente por el envejecimiento causado por la acción de la intemperie, finalmente permiten el ingreso de aguas de lluvia o nieve, provocan condensación, etc. Tampoco se admitirá la ausencia de un tratamiento hidrófugo con el argumento de que se trata de zonas donde llueve muy poco durante el año, sobre todo teniendo en cuenta las constantes modificaciones climáticas y las alteraciones que se vienen produciendo en los últimos años en el régimen de lluvia de vastas zonas. Deberá procurarse en todos los casos la continuidad entre la aislación hidrófuga horizontal y la vertical. En el caso de muros de mampostería se deberá prever la clásica solución de una doble capa horizontal con mortero hidrófugo, conformando un “cajón aislante”³ que estará unido a la aislación hidrófuga vertical de los muros y a la horizontal de los pisos interiores. [SSDUV, 2000].

3.5 Cubiertas

Las variantes de cubierta que suelen utilizar los Institutos Provinciales de la Vivienda son:

- Losa de techo maciza o bien alivianada con viguetas sobre la cual se apoyan tejas, chapas de hierro galvanizado o chapas de ferrocemento.

³ La capa aisladora tipo cajón consiste en una capa aisladora, dos hiladas de ladrillos y luego se unen ambas capas con dos verticales

- Estructura de madera (se utilizan tirantes de pino), sobre la cual se apoyan tejas (coloniales o francesas) o chapas de H°G°.
- Estructura de metal sobre la cual se apoyan tejas (coloniales o francesas), chapas de H°G°, chapas de F°C° o chapas de policarbonato.

Bajo la cubierta se utiliza comúnmente un cielorraso que suele ser:

- Cielorraso Aplicado: Este tipo de cielorraso no cuenta con estructura propia, se vale de la estructura del techo. La función que cumple es dar una mejor terminación, es un revoque interior. Los materiales que utiliza el IPV de Salta para los cielorrasos aplicados son: cielorraso aplicado fino y grueso a la cal.
- Cielorraso Suspendido: Este tipo de cielorraso también se sostiene de la estructura del techo y se lo utiliza cuando se quiere mejorar las aislaciones térmicas y acústicas, cuando se quiere modificar dimensiones, ocultar instalaciones eléctricas o sanitarias, dar mejor terminación. Son articulados, porque admiten y absorben el movimiento. Los materiales que utiliza el IPV de Salta para los cielorrasos suspendidos son: cielorraso suspendido a la cal, cielorraso suspendido de yeso, cielorraso suspendido de madera machambrada, cielorraso suspendido termo acústico (el material utilizado es una placa spanacustic con fibra de vidrio) o cielorraso suspendido de tablero de yeso

4. EL BAMBÚ

4.1 Introducción

El Bambú es una hierba gigante que se clasifica botánicamente en la familia denominada Poaceae o Gramineae. El bambú pertenece a la subfamilia Bambusoideae y presenta una gran variedad de géneros y especies, habiéndose contabilizado según los expertos alrededor de 50 géneros y 700 especies distribuidas por gran parte el mundo. Las distintas especies de bambú suelen clasificarse en dos grandes grupos (cada uno con su nombre técnico correspondiente), lo cual genera la distinción común entre bambúes herbáceos y leñosos:

- **Olyrodae:** Lo constituyen los bambúes herbáceos; poseen un sistema simple de ramificación, sistema rizomático simple, floraciones frecuentes; crecen en el estrato de la selva tropical por debajo de los 1.500 m de altitud y polinizados generalmente por insectos.
- **Bambusodae:** En este grupo se encuentran los bambúes leñosos; se caracterizan por tener culmos (se denomina culmo al tallo de las gramíneas) leñosos sin sistemas complejos de ramificación, fuertes sistemas rizomáticos, ciclos de flora prolongados con intervalos de 50 a 120 años y crecen

preferiblemente en hábitats abiertos, entre los 0 y 4.000 m de altitud, polinizados generalmente por el viento. [Maggiorani,1995]

Esta clasificación es de vital importancia para el presente estudio pues no todas las especies de bambú son aptas para ser usadas como material de construcción debidos a sus características de resistencia mecánica.

Las distintas especies de bambú se encuentran distribuidas en el trópico, subtropical y regiones templadas de todos los continentes exceptuando Europa, desde zonas al nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m. Se encuentran en regiones en las cuales la temperatura puede oscilar entre 0° C y hasta 26° C en las cuales los niveles de precipitaciones anuales fluctúan entre 1000 y 5000 mm. Como puede observarse las regiones de hábitat de las distintas especies son considerablemente variables lo cual está dado por el gran número que existen de las mismas.

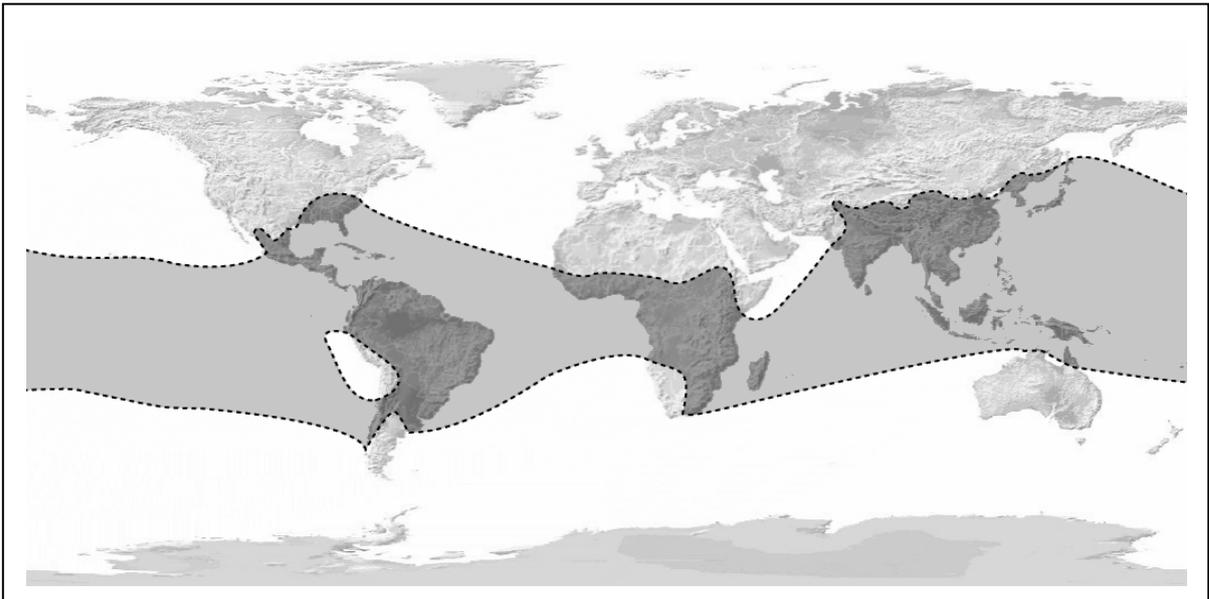


Fig. 4.1-1. Mapa de distribución de especies de bambú a nivel mundial. Fuente Wikipedia

Son muchas las ventajas y aspectos positivos que el bambú ofrece como planta y que convierten en interesante el estudio y el análisis de su posible desarrollo. El primer aspecto que salta a luz al estudiar la caña de bambú es que es la planta que más rápidamente crece en toda la Naturaleza. Un brote crece un promedio de entre 8-15 centímetros diarios en su ambiente natural. En cultivos experimentales y en condiciones óptimas puede crecer más de un metro en un día. Ninguna otra especie (considerando inclusive otras hierbas) es capaz de alcanzar estos niveles de crecimiento. Esto lo convierte en un recurso altamente renovable permitiendo que la tala de los bambusales se realice en forma selectiva cortando los culmos de las edades deseadas los cuales se irán renovando a medida que crecen los culmos que quedan en pie. Por ejemplo la *Guadua angustifolia*, especie muy difundida en la construcción (fundamentalmente en Colombia), alcanza su resistencia máxima entre los 3 y los 6 años con alturas entre los

18 y 30 metros y diámetros de entre 8 y 18 cm. Por otra parte este rápido crecimiento permite que el aporte de biomasa al suelo en los bambusales sea realmente importante. Otro punto a destacar del bambú es que sus plantaciones pueden ser consideradas perennes, si se les trabaja adecuadamente, ya que los tallos se reproducen repetidas veces a partir del mismo rizoma durante decenas de años.

Otro de los aportes valiosos a mencionar es el comportamiento de algunas especies de bambú como una bomba de almacenamiento de agua, cuyo funcionamiento se debe al principio de “vasos comunicantes” ya que en épocas húmedas absorbe importantes volúmenes de agua que almacena tanto en su sistema rizomático como en el tallo. Por ejemplo se ha determinado, según estudios realizados en el centro nacional para el estudio del bambú-guadua de Colombia que una hectárea de guadua puede almacenar 30.375 litros de agua, es decir, agua suficiente para 150 personas por día (se asume un consumo promedio de 200 litros/día/persona). En época de verano cuando se percibe la necesidad de agua en el suelo, la que se encuentra almacenada en la planta es aportada de manera paulatina al suelo (esponja que suelta líquido). A su vez los rizomas y hojas en descomposición conforman en el suelo símiles de esponjas, evitando que el agua fluya de manera rápida continua, con lo cual se propicia la regulación de los caudales y la protección del suelo a la erosión. [Salas Delgado, 2006]. Es por esto que el bambú suele ser utilizado para control de caudales en plantaciones tales como los cañaverales de azúcar situados en el Norte de la República Argentina.

Por otra parte el bambú posee un amplio rango de usos y aplicaciones y específicamente son variados los aspectos positivos que esta planta presenta al ser usada como material constructivo. Estos dos puntos (los usos y aplicaciones y las características como material constructivo) se analizan en las secciones correspondientes del presente trabajo de investigación.

4.2 Bambú en el NOA

El ingeniero agrónomo salteño Roberto Neumann perteneciente a la sede Salta del INTA y especialista en temas relacionados al bambú y la agrónoma colombiana Ximena Londoño (con título en Especialización en Botánica Taxonómica de los Bambusoideae del Instituto Smithsonian de Estados Unidos) realizaron un relevamiento de las distintas especies de bambú obteniéndose que la Argentina posee 18 especies de bambúes nativos leñosos y 6 herbáceos, y 24 especies introducidas principalmente en Tucumán, Salta y Jujuy. (Ver Anexo I).

En lo que al NOA propiamente respecta y según datos del Proyecto Bambú de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán se trabaja con el bambú desde principios del siglo XX. El desarrollo de la caña de azúcar, en los ingenios norteños, en las primeras décadas del 1900, se nutrió por aquellos años

de centros productivos de bambú situados en la India y Hawaii. Se importaron semillas de varias clases de bambúes tropicales que en ese momento se instalaron y propagaron como una defensa contra la erosión en los márgenes de ríos, arroyos y canales de riego. Hoy en día, el Ingenio San Martín del Tabacal en la localidad de Hipólito Yrigoyen (pcia. de Salta) cuenta con las existencias de bambú más importantes de nuestro país (muchas decenas de kilómetros de cortinas y varios macizos).

En Orán, al norte de la provincia de Salta, hay un bosque compacto con más de 30 hectáreas, luego hay pequeños bosques macizos en los sitios donde se situaban las colonias de obreros antes de la mecanización los cuales en general son de 1 hasta 4 hectáreas y luego todo es fajas protectoras de canales con un ancho de plantas de entre 35 y 40m cuando la línea es doble. Es difícil aventurar una cifra exacta, pero seguramente se superan las 200-250 hectáreas. Aproximadamente el 95% es de la especie *Bambusa balcoa*, siguiendo a continuación *Bambusa arundinacea* y tercera *B. vulgaris*.

En Tucumán, como en Salta, el uso de la caña de bambú fue difundido por los pioneros de la industria azucarera cuya gran expansión tuvo lugar a principios del siglo XX. Se la introdujo básicamente para la protección de riberas, tal como se lo emplea en Orán aunque en mucho menor escala. Nunca se constituyeron montes compactos, pero sí múltiples manchas o pequeños bambusales a lo largo del “eje azucarero”, en las llanuras del Sur y del Este de la provincia y en el pedemonte de la Sierra de San Javier y de los nevados del Aconquija. [Proyecto Bambú, 2006]

4.3 Usos y aplicaciones del bambú

Los usos y aplicaciones del bambú son sorprendentemente variados y la mayoría de estos usos pueden observarse en los países asiáticos en los cuales esta planta abunda (fundamentalmente en China). Estas aplicaciones hacen de esta planta una interesante alternativa económica sustentada la misma en las grandes ventajas ambientales anteriormente enumeradas. Una ventaja fundamental que ofrece esta planta es que el aprovechamiento de la misma es total utilizándose todas y cada una de sus partes para distintos usos, incluso utilizándose también los desperdicios de los procesos. En la Tabla 4.3-1 se muestran sólo algunos de estos usos diferenciándose los mismos según la parte de la planta que se utiliza.

Parte del bambú	Aplicaciones
Follaje	• Compostaje
	• Forraje
	• Medicina
	• Jugos
	• Pigmentos
Ramas	• Escobas
	• Ropa
Parte superior o apical	• Andamios
	Cañas de pescar
	• Palillos (de dientes, para comer, etc.)
Parte intermedia	• Cortinas, alfombras, esteras
	• Artículos tejidos
	• Artesanías
	• Muebles
	• Laminados
	• Pisos
	• Construcción
Parte basal	• Carbón
Brotes o cogollo	• Hortaliza
Raíz o rizoma	• Artesanías
Residuos de los procesos	• Paneles de Fibra
	• Carbón
	• Pulpa para fabricar papel
	• Madera
	• Fuente de energía

Tabla 4.3-1. Usos y aplicaciones de las distintas partes de la caña de bambú

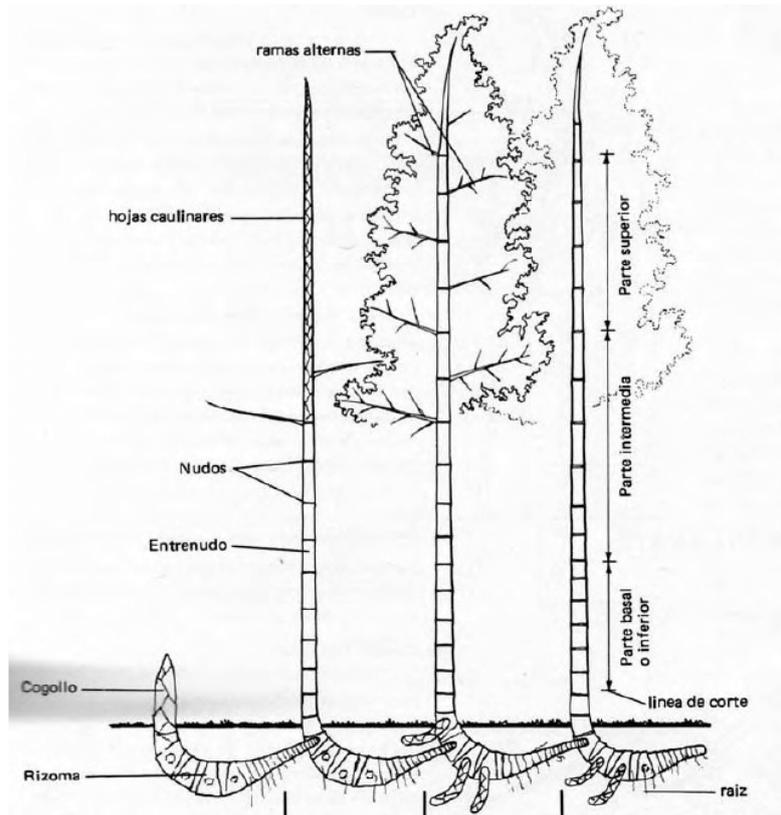


Fig. 4.3-1. Partes de la caña de bambú



Fig. 4.3-2. Algunas de las aplicaciones de la caña de bambú

4.4 Obtención de madera de bambú apta para construcción

4.4.1 Silvicultura⁴

Si bien el presente trabajo no tiene como finalidad principal analizar el detalle de los aspectos necesarios para lograr una plantación de bambú rentable y sustentable, el conocimiento de algunos de los aspectos silviculturales característicos de esta planta permite lograr un entendimiento más profundo de las ventajas que presenta. Dado que como se expresó existe una amplia variedad de especies de bambú, se detallan en la presente sección algunas características comunes a los bambúes leñosos, que son los más apropiadas para el uso en la construcción. En primer lugar el establecimiento y desarrollo puede ser hecho en forma sexual (mediante la germinación de una semilla) o asexual (propagando la planta mediante la utilización de alguna parte de la misma como pueden ser los brotes o chusquines, ramas o culmos).

En la actualidad, en Colombia (país que se encuentra a la vanguardia en materia de uso y estudio del bambú) el método de propagación más utilizado para el desarrollo de la *Guadua Angustifolia* es el denominado método de propagación de chusquines. Técnicamente se denominan “chusquines” a las plantas delgadas y pequeñas que generan los rizomas (o raíces) en zonas que han sido sobre aprovechadas o afectadas por incendios, quemas o acción del viento. Un mecanismo de defensa de la planta al no tener follaje que promueva la fotosíntesis, es el de generar este tipo de plantas pequeñas. Este tipo de plantas, genera brotes igual de delgados y pequeños que cumplen el papel de colonización del área donde está plantado; posteriormente y una vez que han colonizado el área de sembrado, empiezan a aparecer brotes con el doble del diámetro del que las generó y con altura directamente proporcional al diámetro. De esta manera empieza el proceso de crecimiento de la planta. Antes que ello ocurra, se procede a separar todos los brotes delgados generados por el chusquín original (deshije) que se siembran por separado, para que inicie nuevamente el rebrote y así continuar el proceso de reproducción de chusquines hasta obtener el número de plantas deseado. Normalmente el cultivo de chusquines se hace en un lugar adecuado que se denomina banco de propagación y con adecuadas fertilizaciones, manejo de humedad y control de malezas, se pueden alcanzar 10 brotes en 90 días promedio. Por último se procede a separar los brotes obtenidos y resembrarlos. [Botero Cortés, 2005]

Una vez sembrados los brotes se pueden observar distintas etapas de crecimiento que varían según la especie pero que en los bambúes leñosos tienen características similares con pequeñas variaciones en características y tiempos de maduración. A continuación se detallan estas etapas para el caso de la *Guadua Angustifolia*:

⁴ Conjunto de técnicas que tratan de la conservación, mejora, aprovechamiento y regeneración o, en su caso, restauración, de las masas forestales.

1. **Renuevo:** Se considera el primer individuo en la fase de desarrollo del bambú y crece entre 4 y 6 cm. por día en los primeros 30 días para estabilizarse en un crecimiento aproximado de 11 cm. diarios una vez superados los 90 cm. Esta etapa de renuevo o rebrote (hasta alcanzar su altura máxima) abarca entre 150 y 19 días.
2. **Guadua Joven:** Esta etapa se caracteriza por la aparición de las primeras ramas a la vez que presentan entrenudos blandos por la alta cantidad de humedad que la planta contiene aún (no siendo apta aún con este nivel de desarrollo para ser usada en la construcción). Esta etapa abarca entre los 6 y 24 meses de crecimiento de la Guadua.
3. **Guadua madura:** Esta etapa de crecimiento se caracteriza por la pérdida del lustre del tallo y por la aparición de hongos circulares. Una vez alcanzada esta configuración se puede considerar la planta apta para el uso en construcción pues en esta etapa ya alcanzó sus valores de resistencia máximos. Esto ocurre aproximadamente a los dos (2) años y medio de crecimiento y se extiende esta etapa hasta aproximadamente los seis (6) años.



Fig. 4.4.1-1. Hongos en la Guadua madura

4. **Guadua sobremadura:** Esta etapa se caracteriza por la desaparición de los hongos y líquenes y por la decoloración del tallo que toma un color amarillento hasta secarse definitivamente. En este momento la planta puede ser utilizada únicamente como carbón o leña.

Como se observa, la edad más conveniente para el corte del bambú a ser usado en construcción es de entre 3 y 6 años, lo cual demuestra una ventaja comparativa sumamente importante contra árboles como pino, ciprés, roble, etc. para los cuales se necesitan muchos más años de crecimiento y maduración previo a la tala. El corte debe ser realizado al ras del primer o segundo nudo de la caña de tal manera de evitar que se acumule humedad dentro de la caña cortada. Uno de los errores más frecuentes es cortar

el culmo (tallo) más grueso de la cepa creyendo que éste es el más viejo; es todo lo contrario, los culmos más gruesos de la cepa son los más jóvenes, esto es porque el bambú, al pertenecer a la familia de las gramíneas, su culmo no sufre engrosamiento, nace y crece con el mismo diámetro de por vida y cada vez los brotes son mas gruesos y mas altos hasta que se estabiliza o alcanza el diámetro y la altura máxima de la especie.

Otro aspecto a considerar es que la época ideal para cortar el bambú es en los periodos más secos pues en esta época el contenido de humedad de los culmos es menor lo cual reduce la aparición de enfermedades y plagas post cosecha y mejoran las propiedades de la madera de bambú como material constructivo. En Colombia existe la tradición de realizar el corte en cuarto menguante y en las horas de la madrugada pues se cree que en esas condiciones los porcentajes de humedad presentes en la planta son aún menores. Cabe destacar que no existen por el momento fundamentos científicos que demuestren la veracidad de esta creencia. Por otra parte existe la tradición de cortar el bambú en la primera etapa de invierno pues es en esta época que se considera que las cañas poseen un nivel menor de almidón (un nivel alto de almidón hace al material más susceptible al ataque de insectos)

4.4.2 Secado o curado del bambú

Las distintas especies de bambú varían en cuanto a la susceptibilidad al ataque de hongos e insectos pero puede considerarse común a todas las especies el hecho de que el mayor porcentaje de humedad y de almidón presente en la caña genera mayor susceptibilidad a este tipo de ataques. Además si se usan cañas verdes como refuerzo de concreto (como en este caso para muros de bahareque), al secarse estas cañas se contraen liberando humedad y perdiendo adherencia con el concreto. Es por esto que una vez cortada la caña deber ser sometida a procesos de secado (también denominado curado) e inmunización. En el proceso de secado la caña se contrae y obtiene color amarillo, pierde savia y disminuye su propensión al ataque de hongos. Existen distintos métodos que pueden utilizarse para secar el material, entre los cuales se destacan:

- **Secado en el bambusal:** una vez cortada, la caña se deja con ramas y hojas recostada sobre las otras cañas aún presentes en el bambusal por el lapso de un mes tomando las precauciones necesarias para que la caña no esté en contacto con el suelo (se suele aislar mediante la colocación de piedras). Luego de transcurrido un mes se cortan las ramas y las hojas y se dejan secar en un lugar cubierto y bien ventilado.

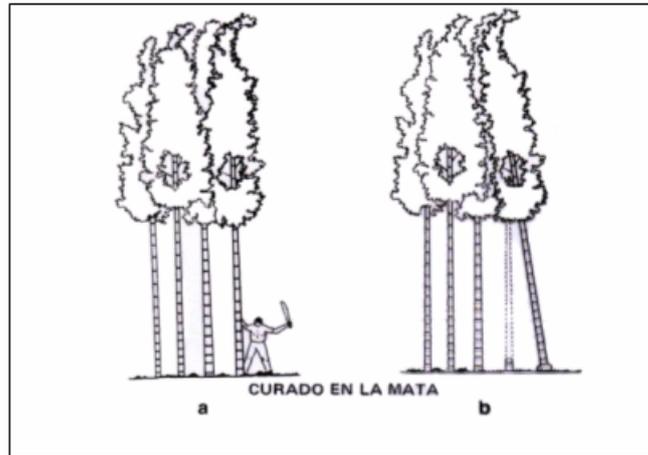


Fig. 4.4.2-1. Secado en el bambusal. Fuente Proyecto Bambú. UNT

- **Secado al aire:** Este método consiste en apilar las cañas cortadas horizontalmente al aire libre en un área cubierta colocando una base que separe las cañas del suelo para evitar el contacto con la humedad propia del mismo.
- **Secado al calor:** Este método suele ser bueno pues se obtienen cañas secas en menos tiempo que con otros métodos. Consiste en colocar las cañas en posición horizontal sobre brasas de madera, a una distancia prudencial de tal manera de que no se quemen y cuidando de girar las cañas de tal manera de que el calor recibido sea parejo y no se produzcan grietas. Este método suele ser realizado en campo abierto mediante una excavación de unos 30 o 40 cm. realizada en el terreno. (ver Fig. 4.4.2-2)

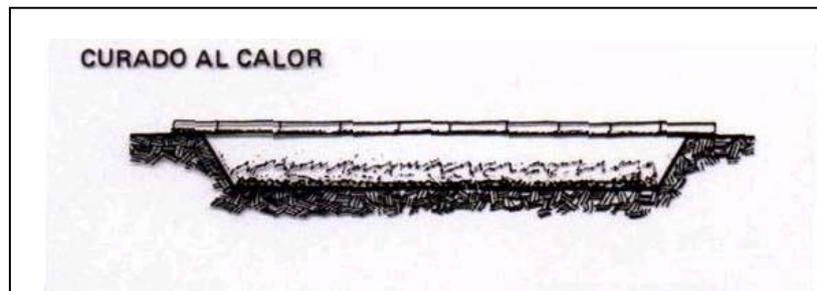


Fig. 4.4.2-2. Secado al calor. Fuente Proyecto Bambú. UNT

4.4.3 Inmunización

Una vez realizado el secado de la caña debe realizarse un tratamiento preservativo o de inmunización con el fin de reducir aún más los riesgos de ataques por parte de insectos y hongos. Debe cuidarse que este tratamiento no afecte las propiedades físico-mecánicas de las cañas y se recomienda que se realice con un químico en estado líquido de tal manera que impregne a las cañas en sus partes interiores que es donde más vulnerable son. Los métodos más comunes de inmunización son los siguientes:

- Inmunización por inmersión:** Este método consiste en realizar dos perforaciones en cada entrenudo de la caña e introducir la misma en un tanque conteniendo algún preservativo químico. La caña se deja en el tanque por el lapso de cinco (5) días de tal manera de que el líquido penetre de manera correcta en el interior de cada entrenudo. Este método no sólo es útil para prevenir el ataque de insectos sino también como protección contra el fuego.

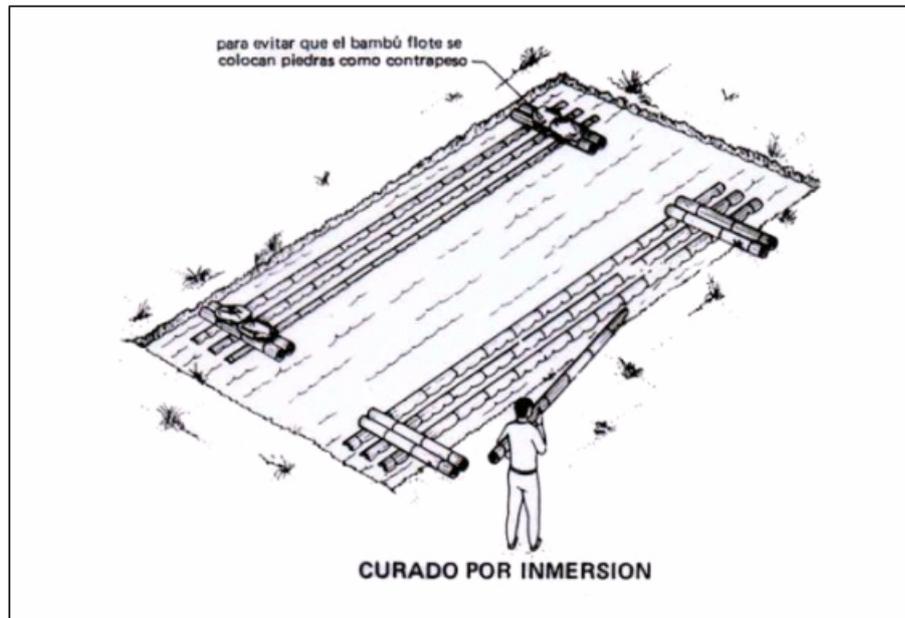


Fig. 4.4.3-1. Inmunización por inmersión. Fuente Proyecto Bambú. UNT

Algunos de los químicos utilizados como preservativos suelen ser cal o algún compuesto de Boro (a menudo se utiliza una solución denominada “Pentaborato” que consiste de un 1 kilogramo de ácido bórico, un kilogramo de bórax diluidos en agua hasta completar 50 lts. de solución). Según la experiencia desarrollada por los miembros del Proyecto Bambú de la UNT el método de inmunización sumergiendo en solución de ácido bórico da mejores resultados que la inmersión en una lechada de cal pues no reduce la capacidad resistente de la caña como sí lo hace este último método.

- Inmunización por baño caliente:** Consiste en sumergir el bambú durante un tiempo determinado en una solución preservante caliente y luego en otra a temperatura ambiente. Al calentar el bambú, el aire contenido en su interior se expande y sale de él. Luego, durante el enfriamiento, se produce un vacío parcial que favorece la penetración e incrementa la absorción de la solución preservante. La duración de cada baño depende de la especie del tipo de solución y de las dimensiones del bambú a tratar. Lo más indicado es que la duración del baño frío sea el doble del tiempo empleado para el caliente. Como guía se puede considerar que por cada centímetro de pared a penetrar se requiere una hora de calentamiento. [Amarilis Burgos, 2003]

- Método Boucherie:** Este es el método más utilizado en la actualidad en los países con importante industria de bambú tales como Colombia, Ecuador y Costa Rica. Se utiliza con cañas recién cortadas con ramas y follaje y consiste en conectar la base del bambú recién cortada con una llave que sale de un recipiente que contiene algún químico utilizado como preservativo (como se mencionó se recomienda utilizar soluciones de Boro). Al final del culmo se coloca otro recipiente destinado a recoger la sustancia preservativa. Dicha sustancia penetra el culmo por efecto de la gravedad y por la transpiración de las hojas y reemplaza la savia en una proporción que no supera el 12% para lo cual es necesario realizar el proceso entre dos (2) y cinco (5) días.

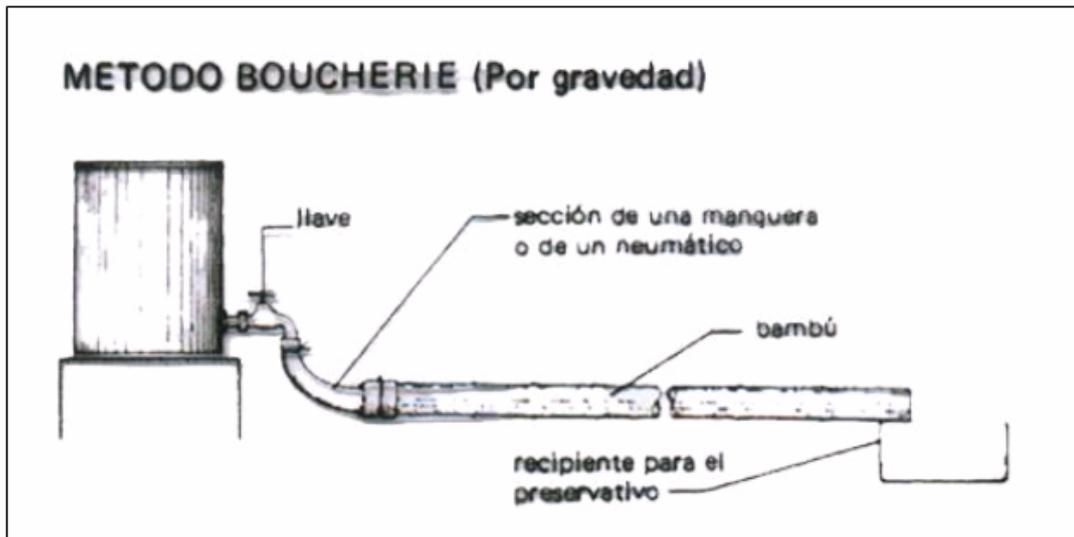


Fig. 4.4.3-2. Método Boucherie por gravedad. Fuente Proyecto Bambú. UNT

Para acelerar el proceso se puede recurrir al uso de un compresor en lo que se denomina Método Boucherie Modificado. Con la utilización del compresor el tiempo de proceso necesario se reduce a entre tres (3) y ocho (8) horas dependiendo de la concentración de la solución, naturaleza del químico usado, dimensión del bambú, su edad y contenido de humedad.

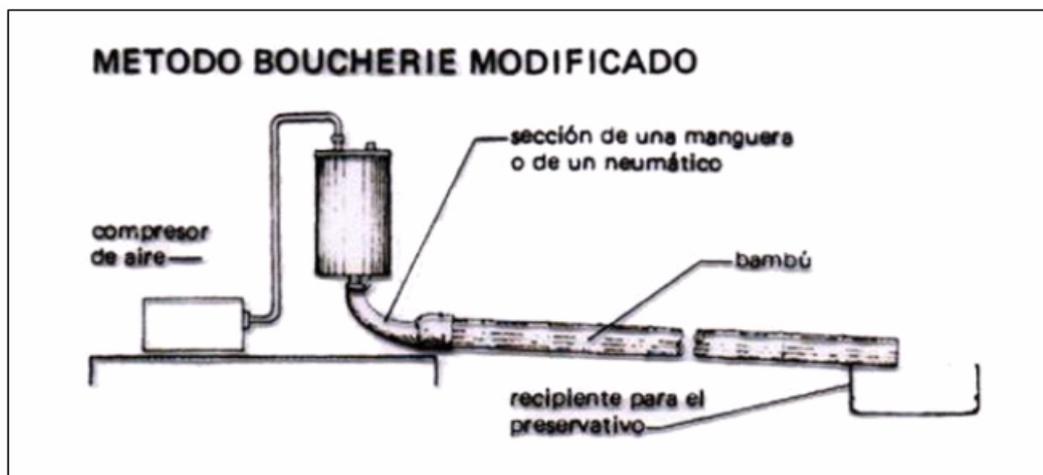


Fig. 4.4.3-2. Método Boucherie modificado Fuente Proyecto Bambú. UNT

4.5 El Bambú como material de construcción

4.5.1 Antecedentes

El bambú es uno de los materiales usados desde la más remota antigüedad por el hombre para aumentar su comodidad y bienestar. En el mundo del plástico y acero de hoy, el bambú continúa aportando su centenaria contribución y aun crece en importancia. Gran parte de la humanidad utiliza a diario el bambú debido a que se presenta como una alternativa ante materiales más costosos y tal vez a un futuro su utilización sea de forma masiva, como fuente de energía y reemplazo de madera de árboles por tratarse de un material fácilmente renovable. Millones de personas habitan en casas de bambú, alcanzando en algunas regiones del mundo una importancia gravitante, este es el caso de Bangladesh donde el 73% de sus habitantes habita en este tipo de viviendas. Otro ejemplo es la ciudad de Guayaquil donde el 50% habita en este tipo de casas, lo que corresponde a 1 millón de personas. Las propiedades antisísmicas, han contribuido a valorizar este material desde el punto de vista estructural [Rodríguez Romo, 2005].

Un caso particular y que merece ser tratado como tal es el de Colombia, país en el cual existe una cultura y tradición importante en el uso de la especie *Guadua Angustifolia* (fundamentalmente en la región denominada Viejo Caldas que comprende los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, cuyas capitales son Manizales, Pereira y Armenia respectivamente) como material constitutivo de las construcciones, ampliándose su uso de las viviendas rurales a una gran variedad de construcciones en la actualidad. Para entender el por qué del uso del bambú en construcción resulta útil una breve reseña histórica que revele estas causas. A mediados del siglo XIX los pobladores de Manizales comenzaron con la construcción de sus viviendas utilizando el sistema heredado de la colonia conocido como tapia pisada consistente en una cimentación ciclópea de piedra, muros gruesos y rígidos sin coque, carentes de refuerzos estructurales y una cubierta con estructura de madera aserrada y/o guadua con paja o teja de barro. [Salas Delgado, 2006]. Sin embargo, la alta sismicidad de la zona rápidamente demostró a sus pobladores que este sistema constructivo de materiales pesados no resultaría viable para una ciudad sacudida repetidas veces por la fuerza de la Naturaleza. La solución llegó cuando en el año 1884 se construyó la primera casa con tapia en planta baja y bahareque de Guadua, madera aserrada y tierra apisonada en el primer piso (esta forma de construcción se denominó en ese momento “estilo temblorero”). En el año 1885 un nuevo temblor sacudió Manizales y el hecho de que esta casa construida con sistema mixto quedara intacta llevó a que se adoptara este sistema para la construcción no sólo de viviendas sino también de edificios públicos y privados no sólo en Manizales sino también en los demás departamentos del Viejo Caldas. En ese momento se utilizaban dos tipos distintos de bahareque; podía ser macizo con barro en

mitad de las cañas y se apisonaba manualmente para compactarlo. También se construía hueco, es decir, sin introducir barro en su interior, lo cual daba como resultado una estructura más liviana.

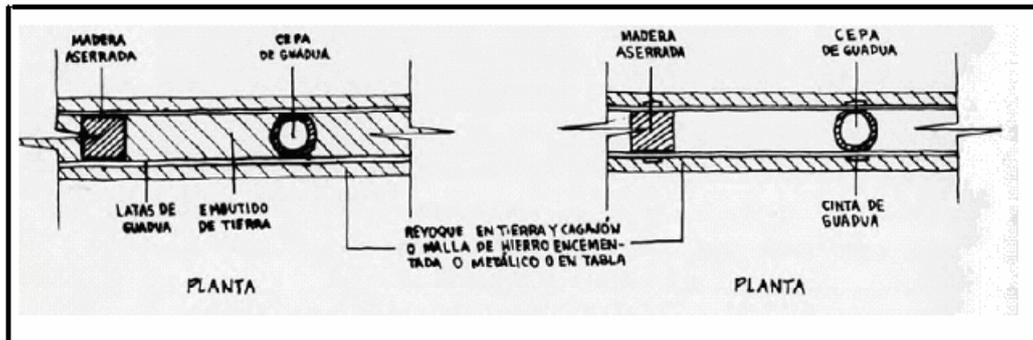


Fig. 4.5.1-1. Vista en planta Bahareque hueco y Bahareque macizo

Más adelante en el tiempo en esta región del eje cafetero colombiano se comenzaron a adoptar las técnicas constructivas convencionales modernas tales como el hormigón armado, el acero o retomando el uso del ladrillo. Sin embargo en la actualidad en Colombia se está observando un resurgimiento de las construcciones utilizando bambú y esto se funda en la experiencia vivida con el devastador terremoto que afectó la ciudad de Armenia en el año 1999 tras el cual se observó que gran parte de las estructuras coloniales construidas en bahareque de Guadua sufrieron menores daños que las estructuras más pesadas y, dado la abundancia de Guadua existente en la zona, este material fue utilizado para apuntalar edificios en peligro de derrumbe y más adelante para la reconstrucción de la ciudad.

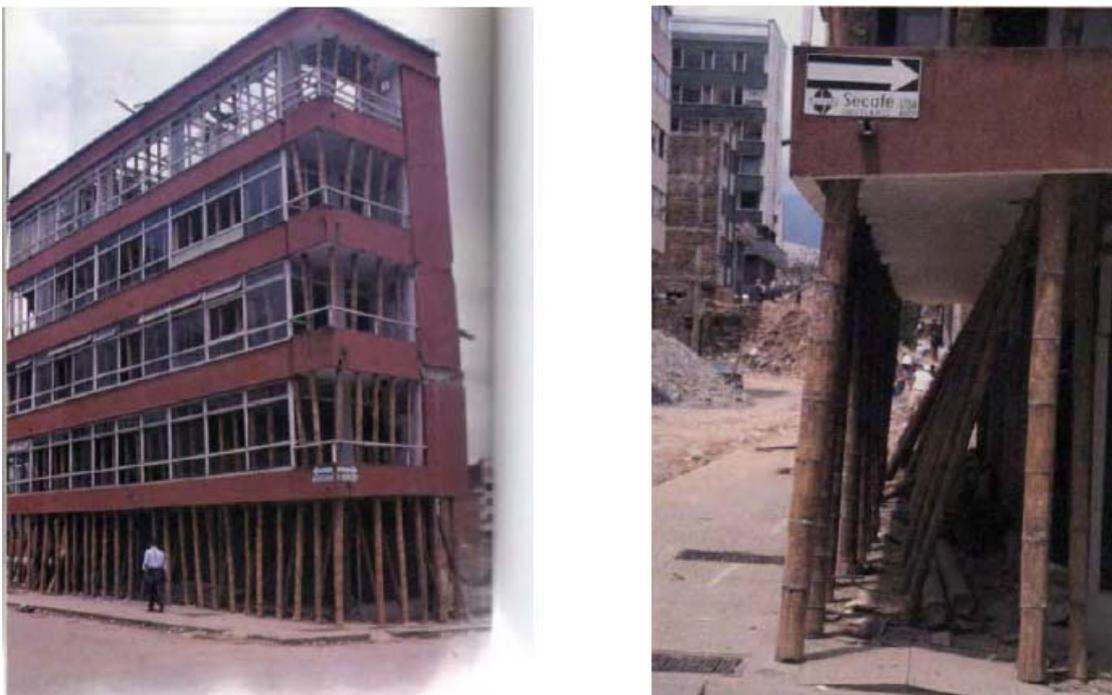


Fig. 4.5.1-2. Edificaciones apuntaladas con Guadua tras el terremoto de Armenia en 1999



Fig. 4.5.1-3 Viviendas en Bahareque de Guadua. Armenia. Colombia

Más allá de este uso social, en Colombia existen arquitectos tales como Oscar Hidalgo López (precursor del uso de la Guadua), Simón Hosie Samper y Simón Vélez que han diseñado grandes estructuras utilizando la *Guadua Angustifolia* como material principal (tal cual se observa en las figuras 4.5.1-4/5/6/7)

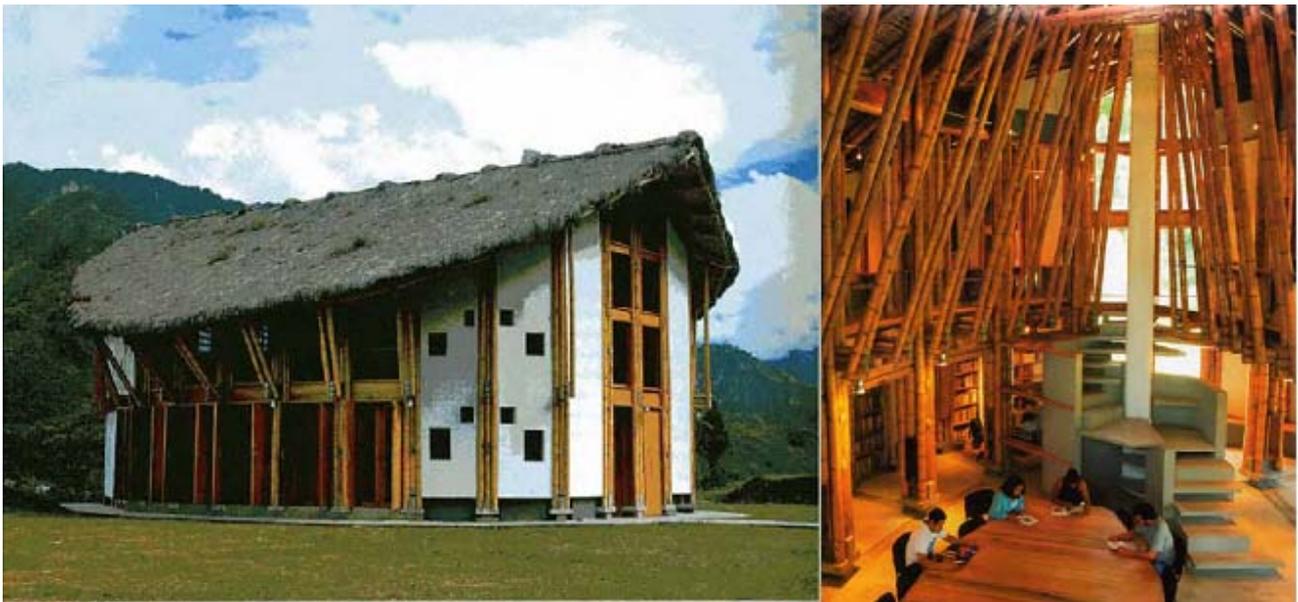


Fig. 4.5.1-4 Casa del Pueblo Biblioteca Pública Guanacas. Obra del Arq. Simón Hosie Samper



Fig. 4.5.1-5 Pabellón Zeri. Hannover. Alemania. Obra del Arq. Simón Vélez

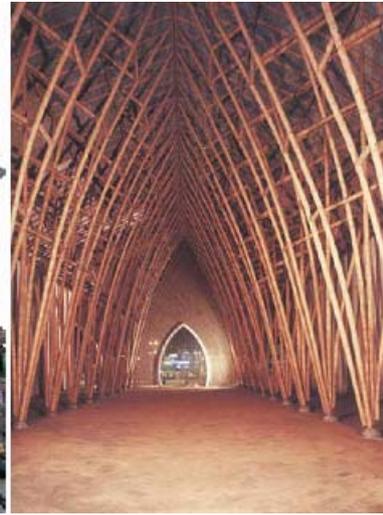
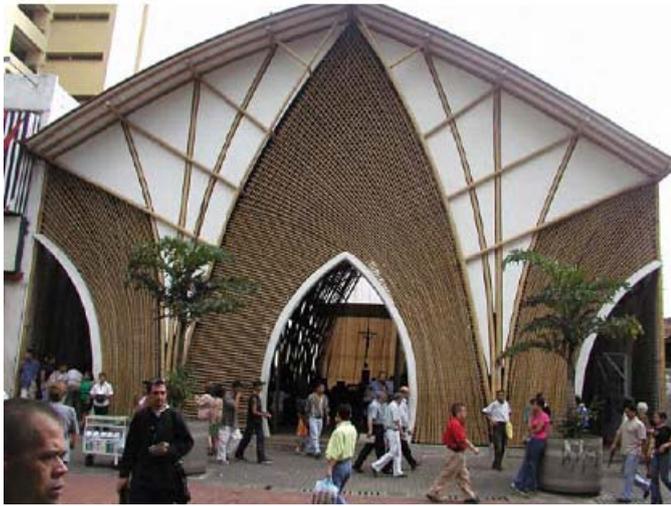


Fig. 4.5.1-6 Iglesia de Pereira. Colombia. Obra del Arq. Simón Vélez



Fig. 4.5.1-7 Puente Jenny Garzón. Bogotá Colombia. Obra del Arq. Simón Vélez

Otro país que adoptó la idea de utilizar el bambú de tal manera de aprovechar las ventajas que su rápido crecimiento y renovabilidad proveen fue Costa Rica con el Proyecto Nacional de Bambú (*P.N.B*) que comenzó en 1986 para ayudar a prevenir la deforestación. La idea consistía en sustituir el empleo de la madera por otro material de construcción alternativo, económico y adecuado para una zona sísmica. De acuerdo a la experiencia recogida en este país, se calculó que 70 ha. de bambú son suficientes para construir 1000 viviendas en un año mientras que si estas casas fueran construidas con madera aproximadamente 600 ha. de bosque deberían ser taladas en el mismo periodo de tiempo. [INBAR,2002] Este proyecto se realizó en tres fases. La fase preparatoria fue un proyecto piloto que recogió experiencias transmitidas desde Colombia y Ecuador. En las dos fases siguientes se desarrolló un programa intensivo de construcción de áreas rurales, incluyendo capacitación técnica, cultivos masivos de bambú, organización de la comunidad y de los trabajos, y asesoría ambiental en tecnología y producción de muebles y artesanía para la exportación. El proyecto perseguía la utilización sostenible del bambú como material de base para la realización de un programa de vivienda indígena y para la industrialización y comercialización de los productos complementarios. En julio de 1995 se estableció una fundación (*FUNBAMBU*) para asesorar y eventualmente hacerse cargo del programa en su conjunto, asegurando su viabilidad. Algunos de los logros obtenidos fueron buenos. Entre ellos se cuentan:

- Desarrollo de una tecnología de construcción de viviendas que permite atender a los sectores más necesitados del país,
- Desarrollo de una tecnología para la elaboración de reglilla de bambú, que se utiliza en la construcción de viviendas y paneles
- Instalación de una fábrica de paneles de bambú que permite agilizar y abaratar el proceso de construcción
- Instalación de una fábrica de prototipos de muebles de bambú. [Rodríguez Gutiérrez, Martin Dill,2005]

Sin embargo y a pesar de los logros enumerados se cometió un error dramático en lo que al uso de esta gramínea en construcción concierne. El bambú utilizado no recibió los tratamientos preservativos necesarios previo a su uso generándose un deterioro importante de las viviendas construidas con la consiguiente pérdida de credibilidad en el bambú como material de construcción.

Por su parte en la República Argentina la experiencia con bambú como material de construcción es aún sumamente escasa. Gran parte de esta experiencia y estos estudios fueron y continúan siendo llevados adelante por el Proyecto Bambú de la Cátedra de Estructuras de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán. Tanto el Proyecto como la Cátedra son dirigidas por el Arq. Horacio Saleme que cuenta con una experiencia de alrededor de 30 años de trabajo con el bambú. En el marco de este Proyecto se construyó en el predio de la Facultad un prototipo

experimental de vivienda utilizando muros de bahareque de bambú encementado (Ver Fig. 4.5.1-8).



Fig. 4.5.1-8. Vivienda en bahareque de bambú encementado. Fuente Proyecto Bambú- UNT.

Por su parte en la localidad de San Ramón de la Nueva Orán pcia. de Salta está basada la empresa La Bambú dedicada a realizar construcciones en caña de bambú. La Empresa está dirigida por el Ing. Jorge Dragone y obtiene su materia prima de los bambusales pertenecientes al Ingenio San Martín de Tabacal. Algunas de las obras realizadas por la empresa se muestran en la Fig. 4.5.1-9



Fig. 4.5.1-9. Obras de la empresa La Bambú

4.5.2 Propiedades físicas y mecánicas

Previo a analizar las propiedades físicas y mecánicas del bambú se debe acentuar el hecho de que las mismas varían de especie a especie, de caña a caña (incluso de la misma especie) y, dado que no es un material homogéneo, estas variaciones se presentan incluso en una misma caña. Un claro ejemplo de esto es que la resistencia que presenta la caña en los nudos varía de la que el material presenta en los entrenudos. Por la esbeltez que lo caracteriza, durante su crecimiento el bambú es sometido a fuertes cargas de viento. Los tabiques de los nudos producen rigidez y elasticidad y evitan su ruptura al curvarse (característica apropiada para construcciones sismo resistentes). Su crecimiento cónico constituye una desventaja, ya que se obtienen secciones de diámetros variables, pero a través de un proceso de cultivo de invernadero es posible obtener grosores que aumenten secuencialmente y que permitan facilitar la resolución de uniones.

Esta falta de uniformidad dada por el hecho de que el bambú no es un producto industrializado y estandarizado puede considerarse una de las desventajas de este material. Sin embargo esta desventaja puede ser salvada mediante detalles de diseño, considerando factores de seguridad mayores que los que se suelen utilizar para materiales estandarizados.

En lo que a las especies propiamente respecta, para el presente análisis se tendrán en cuenta los estudios realizados a cañas de las especies *Guadua Angustifolia* (al ser su uso común en la construcción en Colombia, es la especie más estudiada en términos técnicos), *Bambusa Vulgaris* y *Bambusa Balcoa*. Esta selección de especies tienen su sustento en que las tres pueden desarrollarse en las condiciones climáticas del Norte Argentino ya que de hecho la gran mayoría de los bambusales presentes pertenecen a la especie *Bambusa Balcoa* (de la cual no son muchos aun los datos técnicos con los que se cuenta) y a la vez ya existen ejemplares de las otras dos especies (fundamentalmente en la zona del Ingenio Ledesma en la provincia de Jujuy y en viveros en la zonas vecinas al Ingenio San Martín de Tabacal en la provincia de Salta). Vale destacar que en todos los casos se analizarán las propiedades físicas y mecánicas de cañas ya secas y, en los casos que se especificare, de cañas secas ya tratadas (Aunque lo ideal sería que los tratamientos de inmunización no modificaran sustancialmente las propiedades físicas y mecánicas naturales de las cañas secas).

4.5.2.1 Densidad

El bambú en sus distintas especies es considerado un material sumamente liviano lo cual esta dado por el hecho de que gran parte de su volumen está ocupado por aire. Una de las grandes ventajas que esta gramínea ofrece (y que se desprenderá del presente trabajo) es su alta relación resistencia-peso comparable con la del acero (de allí la

denominación de “acero vegetal” que algunos estudiosos le otorgaron). La densidad disminuye a medida que subimos por la caña de la parte basal a la parte más alta (parte apical) de la misma pues los espesores de las paredes de la caña se reducen. En la Tabla 4.5.2.1 se observan los valores de densidad calculados para la especie *Bambusa Vulgaris* en cada sección según estudios del Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

Sección	Densidad (Kg./dm ³)
Basal	0,654
Media	0,649
Apical	0,604

Tabla 4.5.2.1. Densidad *Bambusa Vulgaris* por sección

4.5.2.2 Resistencia al fuego

Entre los tecnólogos europeos que más detenidamente estudiaron el bambú cabe destacar el arquitecto alemán Frei Otto, catedrático en la universidad politécnica de Stuttgart. Sus investigaciones de los años ‘80 han demostrado que en general esta gramínea es un material combustible pero que retrasa la llama (Según la Norma alemana DIN 4102 de Reacción al fuego de los materiales para la construcción el bambú se considera inflamable pero difícilmente combustible). La corteza puede resistir muy bien gracias a su elevado contenido de ácido silícico que funciona como si fuera una protección ignífuga. En el SE asiático las indígenas siguen utilizando troncos de bambú como ollas, de hecho aguanta, increíblemente, hasta los 400° C y llegaría a carbonizarse totalmente solamente después de que el agua se haya evaporado. Otro dato curioso deducido de la cultura indígena es que a pesar de la inflamabilidad del techo de las viviendas, generalmente de hojas secas, cuando éste se incendia puede quemarse completamente pero sin llegar a afectar la estructura en bambú, lo que en cambio ocurriría al cabo de unos minutos con una estructura de madera de la misma sección. [Barbaro, 2007]

A su vez es importante recordar que uno de los beneficios que trae aparejado el proceso de inmunización con sales de boro es que le confieren a la caña un mayor retardo en la combustión. Por otra parte la susceptibilidad a la ignición depende particularmente de la posición del componente de bambú ya que elementos horizontales son menos susceptibles que elementos diagonales y verticales ya que en los primeros la llama se esparce axialmente al siguiente entrenudo donde el fuego muere pues no puede superar con facilidad la barrera que significa el poco combustible nudo. A pesar de estas características aún se podría construir, de considerarse necesario, muros cortafuegos en caso de diseñar por ejemplo un conglomerado de viviendas.

4.5.2.3 Tracción

La prueba de tracción es uno de los ensayos de materiales más comunes para determinar propiedades mecánicas. Sin embargo, para el bambú no ha resultado tan común, pues quienes se habían interesado por estudiarlo siempre indagaron acerca del comportamiento del tallo completo, y se encontraban con cierta dificultad al tratar de sujetarlo para tirar de él sin que los efectos locales del mecanismo de sujeción lo dañaran. En ensayos a tracción de Guadua, no se puede hablar de esfuerzo normal uniforme, no solamente por la exactitud en la aplicación de las cargas sobre los centroides de las secciones, que es un efecto que podría despreciarse, sino porque no se está tratando con un material homogéneo; lo que si se puede asegurar es que al calcular $\sigma = P / A$ se está hallando el esfuerzo normal medio en una pieza prismática. La Guadua se comporta elásticamente, hecho que se pone en evidencia al deformarla levemente y luego liberarla, enseguida recupera su posición inicial. [Silva, López; 2000]

Como se mencionó previamente la falta de uniformidad del bambú lleva a que sea necesario testear un número importante de muestras de tal manera de que el estudio tenga sustento estadístico. En el caso de la especie *Guadua Angustifolia* en las pruebas de laboratorio realizadas en el laboratorio de recursos forestales de la Universidad Nacional sede Medellín, para el trabajo de grado *Comportamiento Sismo-Resistente De Estructuras en Bahareque* realizado por Mario Felipe Silva V. y Luis Felipe López M. se obtuvo sobre una muestra de 30 probetas un esfuerzo último de 359,44 Kg./cm² (se consideró como esfuerzo último el menor esfuerzo de rotura de todas las muestras, la media obtenida fue de 545,5 Kg./cm² con una desviación de 118,3 Kg./cm²). Con la aplicación de un factor de servicio y seguridad de 1,2 (mediante el cual se busca exigir el material por debajo del límite de proporcionalidad) y una factor de duración de carga de 1,11 se obtuvo un esfuerzo admisible de 269,2 Kg./cm².

Para el caso de la especie *Bambusa Balcoa* (que como se mencionó es la más abundante en el NOA) según datos proporcionados por el Ing. Jorge Dragone se utiliza como esfuerzo admisible de tracción 250 Kg./cm², que como se observa no dista mucho del valor obtenido para la Guadua. Cabe destacar que el estudio para obtener este valor fue llevado a cabo por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNT y se utilizaron probetas tratadas por medio de inmersión en solución de Boro. Por último para la especie *Bambusa Vulgaris* en ensayos realizados en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales de la Universidad de Los Andes en Mérida, Venezuela el esfuerzo último de tracción para esta especie fue de 419,47 Kg./cm²

4.5.2.4 Compresión

Fueron muchos los autores que ensayaron distintas especies de bambú (fundamentalmente *Guadua Angustifolia*) durante muchos años pero dado que no existía

una estandarización de los procedimientos de ensayo estos resultados no podían ser comparados entre sí. Gracias al impulso dado por el Internacional Network on Bamboo and Rattan (INBAR) a los procedimientos de ensayo para la determinación de las propiedades mecánicas del bambú se formuló la norma técnica actualmente utilizada ISO 22157 (Internacional Estándar, 2004) que se ha convertido en el protocolo del ensayo a compresión paralela a la fibra desde entonces. [Takeuchi Tam, González, 2007]

De acuerdo al procedimiento descrito en la Norma se realizó en la Universidad Nacional de Colombia un estudio con un número importante de muestras de *Guadua Angustifolia* provenientes de cuatro (4) fincas s ubicadas en dos regiones diferentes del país.

Finca	Número de probetas
Bambusal	222
Nápoles	225
Los Ángeles	160
Playa Rica	202
Total	809

Tabla 4.5.2.3-1 Número de probetas por finca. Fuente UNC

Los valores obtenidos en el estudio de la UNC se muestran en la Tabla 4.5.2.3-2

Parámetro	Finca				
	El Bambusal	Nápoles	Los Ángeles	Playa Rica	TOTAL
Nro. de muestras	222,00	225,00	160,00	202,00	809,00
σ Mínimo	300,31	346,70	307,04	345,28	300,31
σ Máximo	838,51	940,89	833,52	1211,32	1211,32
σ Promedio	596,74	606,02	574,00	525,87	573,18
Desviación Estándar	111,05	88,00	106,05	88,00	103,60
σ_k	385,04	452,96	399,12	406,46	412,17
σ Adm. (Carga muerta)	85,55	100,65	88,72	90,35	91,57
σ Adm. (Carga muerta + carga viva)	106,97	125,83	110,84	112,88	114,51
σ Adm. (Carga muerta + carga viva + viento)	128,38	151,02	133,07	135,52	137,36

Tabla 4.5.2.3-1 Resistencia a la compresión paralela (Kg./cm²) a la fibra de *Guadua Angustifolia*. Elaboración propia. Fuente UNC

Como se observa en la Tabla precedente, los autores incluyen valores de esfuerzos admisibles para el caso de la inclusión en el cálculo estructural de cargas gravitacionales

(carga muerta + carga viva) y para el caso de la inclusión tanto de cargas gravitacionales como de viento (carga muerta + carga viva + viento).

En lo que a la *Bambusa Vulgaris* respecta el esfuerzo promedio último obtenido en los ensayos realizados en los laboratorios de la Universidad de Los Andes en Mérida, Venezuela fue de 538,08 Kg./cm². Por su parte según la información provista por el Ing. Jorge Dragone para el cálculo estructural con cañas de *Bambusa Balcoa* suele utilizarse un valor de diseño admisible de 100 Kg./cm² (valor obtenido en los ensayos realizados en el marco del Proyecto Bambú de la UNT y verificado por el Ing. Dragone en su experiencia).

4.5.2.5 Flexión

En el uso de las distintas especies de bambú en construcción la resistencia a la flexión es la propiedad más importante que este material presenta y esto se da no sólo por los altos esfuerzos últimos de flexión sino también por el hecho de que a igual área de la sección transversal, la sección anular del bambú tiene mayor módulo resistente a la flexión que una sección rectangular o cuadrada maciza (vale recordar que el esfuerzo de flexión se calcula como el cociente entre el momento máximo y el módulo resistente).

En lo que a los esfuerzos últimos de flexión propiamente respecta, los valores calculados por distintos estudios para la *Guadua Angustifolia* y *Bambusa Vulgaris* fueron de 740 Kg./cm² y 873,46 Kg./cm² respectivamente. A su vez para la especie *Bambusa Balcoa* en el marco del Proyecto Bambú de la UNT se estimó un esfuerzo admisible de diseño de 125 Kg./cm².

4.5.2.6 Corte

La resistencia al corte es el punto más débil que el bambú presenta como material de construcción. Ya en 1922 Meyer y Ejkelund realizaron un análisis de las propiedades mecánicas del bambú y otras maderas tales como el roble, la haya, el abeto y el pino y demostraron que el bambú es tan fuerte como las otras maderas en lo que a resistencia a la compresión y a la flexión respecta, pero es mucho menor en lo que concierne a la resistencia al corte. En su opinión la resistencia al corte de estas maderas es entre el 20 y el 30 % de la resistencia a la compresión, mientras que para el bambú la resistencia al corte se ve reducida a aproximadamente el 8% de la resistencia a la compresión. [Janssen, 1981]

De acuerdo a los estudios realizados en el laboratorio de recursos forestales de la Universidad Nacional sede Medellín, Mario Felipe Silva V. y Luis Felipe López M en el trabajo *Comportamiento Sismo-Resistente De Estructuras en Bahareque* recomiendan utilizar un valor de esfuerzo admisible de 11,2 Kg./cm² para el cálculo de estructuras en

las cuales se utiliza la especie *Guadua Angustifolia*. Este valor se acerca a los 10 Kg./cm² que utiliza la empresa La Bambú para el diseño de estructuras en *Bambusa Balcoa*. En lo que a la especie *Bambusa Vulgaris* respecta no se han hallado estudios en los que se abarque la resistencia al corte de la misma. Si bien es esta una desventaja que el bambú presenta como material constructivo, la misma puede ser subsanada mediante un diseño estructural que minimice los esfuerzos de corte a los cuales se hallan solicitadas las cañas.

4.5.2.7 El bambú con respecto a otros materiales de construcción

En repetidas oportunidades se afirma que algunas especies de bambú cuentan con ventajas en cuanto a sus propiedades físicas y/o mecánicas con respecto a otras maderas para el uso como material de construcción. Así a menudo se afirma que la relación resistencia-peso del bambú es similar a la del acero y de allí la denominación de “acero vegetal” que algunos estudiosos e interesados en el tema le otorgan. La intención en esta sección indagar las ventajas que realmente presenta esta planta buscando cuantificar las mismas.

El Arquitecto Eduardo Salas Delgado en su tesis de doctorado “*Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia*” compara los módulos de elasticidad y los valores de resistencia de compresión, tracción y flexión de la *Guadua Angustifolia* con otro tipo de maderas características de Colombia (tales como el mangle, el aliso y el arboloco) y que el Arq. Simón Vélez utilizó en la construcción del Pabellón Zeri (V. Sección 4.5.1)

Material	Modulo de elasticidad a la tracción Kg. /cm2	Modulo de elasticidad Compresión Kg. /cm2	Modulo de elasticidad a flexión Kg. /cm2
Guadua	190.000	184.000	179.000
Otras maderas	Entre 90.000 y 180.00	Entre 96.000 y 169.000	Entre 108.000 y 128.000

Tabla 4.5.2.7-1 Módulos de elasticidad de bambú y otras maderas. Fuente Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia

Material	Resistencia a Tracción Kg./cm ²	Resistencia a compresión Kg. /cm. 2 (perp. a la fibra)	Resistencia a compresión Kg./cm ² (paralela la fibra)	Resistencia Flexión k.g./cm ²
Guadua	430	560	650	740
Aliso	108	68	357	340
Arboloco	Entre 500 y 1500	132	405	390
Otras Maderas	1000	Entre 50 y 144	400	Entre 500 y 720

Tabla 4.5.2.7-2 Valores de resistencias de bambú y otras maderas. Fuente Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia

Como puede observarse y tal cual se expuso en las secciones correspondientes, el bambú presenta un muy buen trabajo a la flexión y a la compresión mientras que presenta su punto más débil (a pesar de que en la tabla 4.5.2.7-2 no se muestra) en la resistencia al corte.

Por su parte el Doctor en Ciencias Técnicas Jules Janssen en su tesis de doctorado *“Bamboo in Building Structures”* compara algunas propiedades mecánicas del bambú con las del acero, el concreto y la madera (tomando valores promedio de las maderas más comunes en construcción). Las propiedades comparadas pueden resumirse en:

- **Energía de deformación:** Este es un concepto fundamental en la mecánica aplicada. Es una medida del aumento de energía interna acumulado en el interior de un sólido deformable como resultado del trabajo realizado por las fuerzas que provocan la deformación. La energía de deformación almacenada por un material se calcula como la superficie por debajo de la curva del diagrama esfuerzo-deformación. A mayor energía de deformación almacenada, mayor resistencia y por ende mayor seguridad.

Material	Esfuerzo de trabajo σ (Kg./cm ²)	Módulo (Kg./cm ²)	Deformación de trabajo 10-6	Energía de deformación almacenada	
				Joules/m ³	Joules/Kg.
Concreto	80	250.000	300	1200	0,5
Acero	160	2.100.000	800	64000	8,2
Madera	75	110.000	700	2600	4,3
Bambú	100	200.000	500	2500	4,2

Tabla 4.5.2.7-2 Energía de deformación almacenada. Fuente “Bamboo in Building Structures”

Como se observa el bambú tiene aproximadamente tanta energía almacenada por metro cúbico y por kilogramo como la madera y ambas se encuentran entre el acero y el concreto [Janssen, 1981]

- Dos parámetros que a menudo se utilizan para comparar materiales son la **resistencia específica** y el **módulo específico**. La resistencia específica es la relación de la resistencia a la tensión de un material sobre su peso específico. Por su parte el módulo específico es el cociente del módulo de elasticidad de un material sobre el peso específico del mismo. Ambos indicadores son una medida de la eficiencia que provee cada material

Material	Resistencia específica	Módulo específico
Concreto	0,003	10
Acero	0,02	27
Madera	0,013	18
Bambú	0,017	33

Tabla 4.5.2.7-3 Resistencia específica y módulo específico. Fuente “Bamboo in Building Structures”

De la tabla 4.5.2.7-2 se desprende que la eficiencia del bambú es del orden de la que muestra el acero siendo considerablemente más eficiente que el concreto y la madera siendo estas características las que le valieron al bambú la denominación de “acero vegetal”.

5. MÉTODO CONSTRUCTIVO PROPUESTO

El método constructivo propuesto en el presente trabajo consiste en el reemplazo en la construcción de las viviendas sociales de los muros de mampostería por muros de bahareque de caña de bambú encementado y la utilización de la madera de bambú para la construcción de la estructura de la cubierta de la vivienda. Las ventajas que se espera alcanzar con este sistema es la reducción de costo de la vivienda y el mejoramiento de las propiedades sismo resistentes de la misma pues al ser la masa de los muros de bahareque y de la cubierta en caña considerablemente menor que la las estructuras propias de los métodos constructivos tradicionales las fuerzas dinámicas generadas por un movimiento sísmico se reducen proporcionalmente. A su vez se busca generar un impacto social en las localidades de Salta y Tucumán que poseen plantaciones de bambú pues con este método constructivo se estaría fomentando la economía del lugar pues gran parte de los materiales utilizados implican mano de obra local (en lo que es plantación, cuidado, corte y tratamientos a realizar a la caña). Asimismo mediante una correcta capacitación del personal se puede recurrir a mano de obra local para la construcción de las viviendas pudiéndose incluso emplear a los beneficiarios de las viviendas buscando reducir el precio de compra de la vivienda por parte del usuario y los costos de mano de obra para las empresas constructoras. De esta manera gran parte de la inversión y de los frutos de la misma estarían beneficiando a la región en cuestión.

Para la descripción de las formas de construcción de las distintas partes constitutivas de una vivienda social se optó por recurrir a las recomendaciones realizadas por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) en su “*Manual para la construcción Sismo Resistente de Viviendas de uno y dos pisos de Bahareque Encementado*” aprovechando la experiencia que existe en Colombia en materia de construcción con la especie *Guadua Angustifolia*. En las secciones siguientes se describirán las distintas partes constitutivas de la vivienda así como sus métodos de construcción y unión

5.1 Muros

Si bien la lógica llevaría a describir las partes de una vivienda social comenzando por los cimientos, la importancia que los muros tienen en una vivienda en la cual se utiliza caña de bambú como material constructivo es tan grande que es recomendable entender sus características previo al diseño de las demás partes de la vivienda pues las mismas deberán ser contempladas para lograr un correcto desempeño estructural de la vivienda.

Como se mencionó se propone el reemplazo de los muros de mampostería típicos de las viviendas sociales por muros de bahareque de bambú encementado los cuales suelen conformarse con paneles. Dichos paneles variarán su conformación según la función que deban cumplir en la estructura, pudiéndose diferenciar tres (3) tipos distintos:

- **Paneles estructurales arriostrados:** Son aquellos que además de recibir fuerzas verticales soportan las fuerzas horizontales del viento o en caso de ser necesario de sismos. Las esquinas de las casas y los extremos de cada muro deben estar constituidos por este tipo de paneles. Estos paneles se recomienda que estén conformados por elementos horizontales denominados solera o carrera (tanto en el extremo superior como en el inferior), elementos verticales denominados pie derecho y elementos arriostradores inclinados

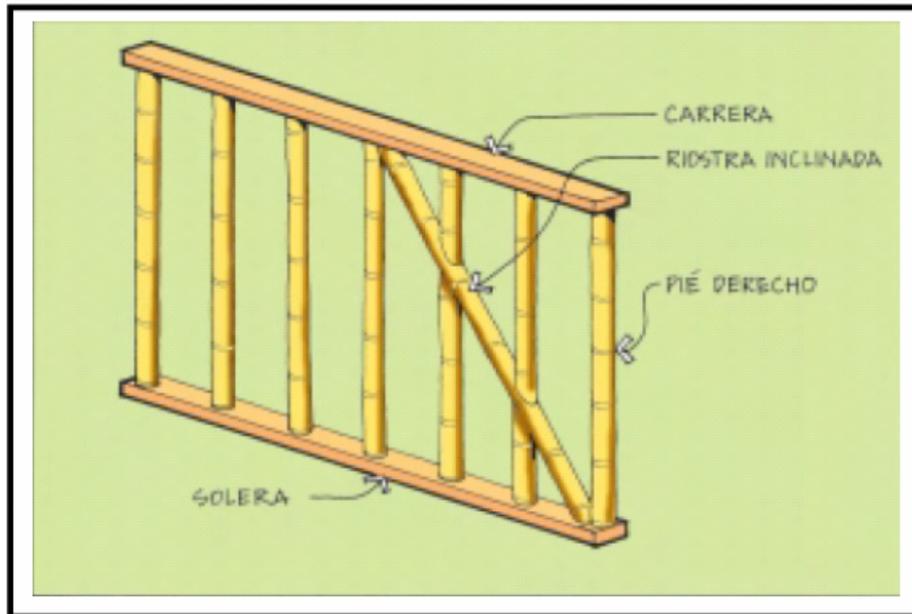


Fig. 5.1-1 Panel estructural arriostrado. Fuente AIS

Las soleras tendrán un ancho mínimo igual al diámetro de las cañas 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 bambú.

- **Muros estructurales no arriostrados:** Tienen como finalidad recibir cargas verticales y se los suele utilizar para colocar puerta y ventanas. Se diferencian de los muros arriostrados por no contar con elementos diagonales de arriostramiento.

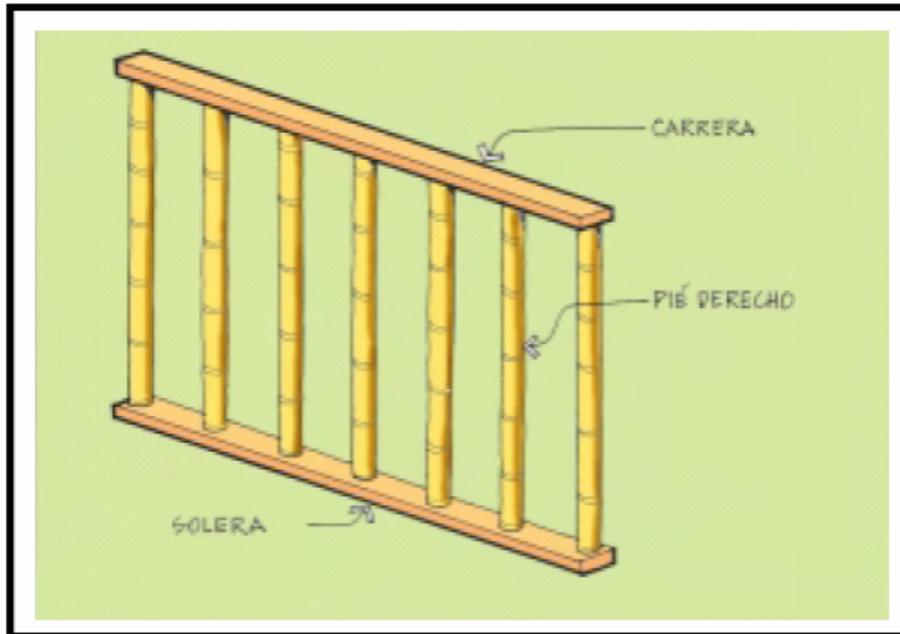


Fig. 5.1-2 Panel estructural no arriostrado. Fuente AIS

- **Muros no estructurales:** Son aquellos que únicamente soportan su propio peso y son idénticos en su conformación a los muros estructurales no arriostrados. Suelen ser utilizados para separar los distintos ambientes de la vivienda.

Una vez emplazados los paneles se clavan sobre ellos planchas de poliestireno expandido de 250 Kg./m³ de densidad sobre la cual se coloca una malla de alambre delgado (puede ser tanto malla electrosoldada como metal desplegado liviano incluso alambre de gallinero para abaratar costos) y se recubre con mortero. El panel puede ser recubierto únicamente en la cara exterior pero se recomienda recubrir el panel en ambas caras para evitar el contacto con la humedad y los insectos.

5.2 Cimentación

Previo a la cimentación es de vital importancia en una construcción en que se utiliza caña de bambú realizar todos los drenajes y la limpieza del terreno necesaria para evitar filtraciones de humedad que puedan originar problemas con el bambú. La AIS recomienda utilizar como fundación un sistema compuesto por una malla de vigas o zapatas corridas que configuren anillos aproximadamente rectangulares en planta, y que aseguren la transición de las cargas de la 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. Entre la cimentación y el panel que conformará el muro se puede colocar un sobrecimiento de mampostería o concreto de considerarse necesario. [AIS, 2001]

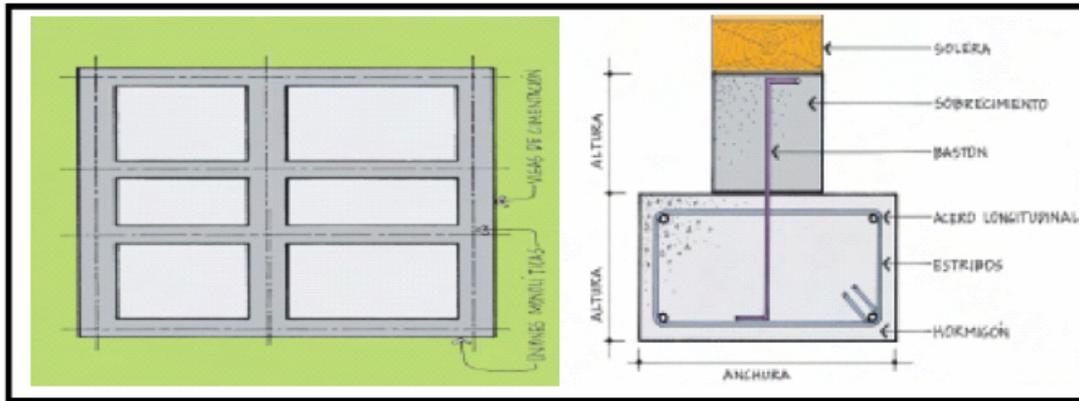


Fig. 5.2-1 Detalle cimentación. Fuente AIS



Fig. 5.2-2 Detalle cimentación. Fuente Bambuver

En caso de utilizarse losa pesada como cubierta o de construir sobre suelo de baja calidad conviene utilizar armadura triangular, con tres varillas longitudinales de acero No. 3 y estribos en varilla No. 2, colocados cada 25 cm., con escuadras de 30 cm. en varilla No. 3 colocadas cada 60 cm. que luego servirán como puntos de anclajes de los paneles.

Una vez finalizada la cimentación, la losa de piso puede construirse entre las vigas o sobre éstas. Vale destacar que los muros estructurales, tanto arriostrados como no arriostrados deben construirse sobre las vigas de la malla de cimentación.

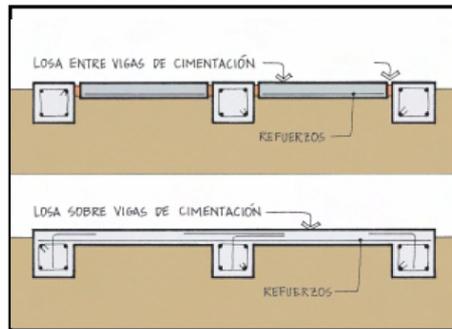


Fig. 5.2-3 Detalle losa de piso. Fuente AIS

5.3 Cubiertas

Los elementos portantes de la cubierta deben conformar un conjunto estable para cargas laterales, para lo cual tendrán los anclajes y arriostramientos 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 solera superior que sirve de amarre de los muros estructurales. Cuando las correas se construyen en caña, los entrenudos en contacto directo con el muro deben rellenarse de mortero de cemento fluido (este tipo de unión se estudia con mayor profundidad en la sección 5.4). Cuando se utilicen cubiertas de teja de barro, debe evitarse su contacto directo con la caña, mediante un aislamiento impermeable, pues estas transmiten la humedad por capilaridad provocando pudrición de las correas. [AIS, 2001] Cabe destacar que en las provincias de Salta y Tucumán la gran mayoría de las viviendas sociales cuentan con cubiertas de teja de barro por la gran tradición en la construcción con este material que existe en ambas provincias. Igualmente a los fines de la resistencia antisísmica es preferible la utilización de cubiertas más livianas como pueden ser chapas de hierro galvanizado o policarbonato.

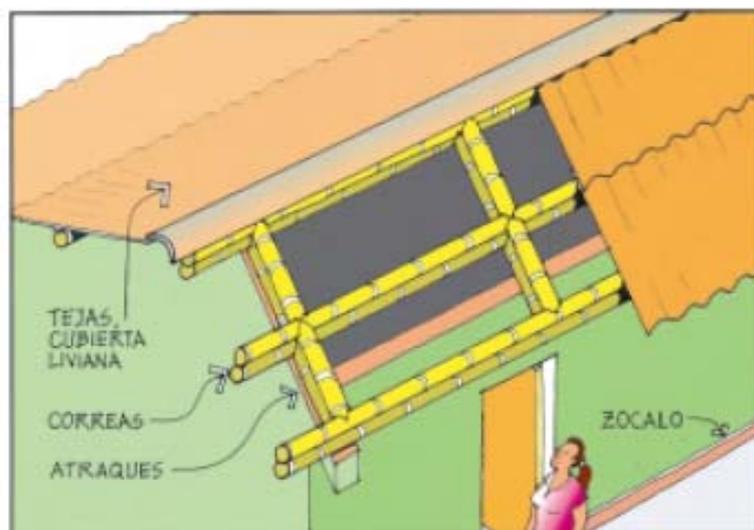


Fig. 5.3-1 Detalle cubierta. Fuente AIS

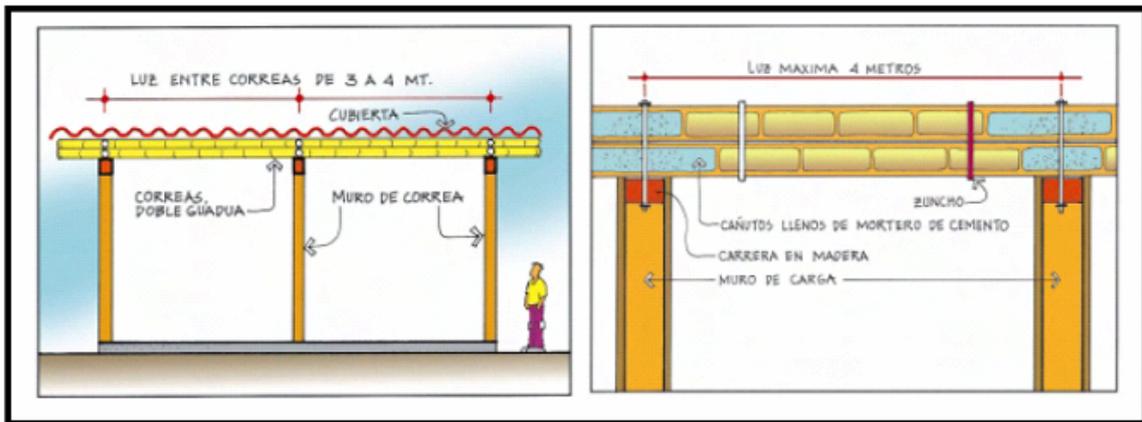


Fig. 5.3-2 Detalle cubierta. Fuente AIS

5.4 Uniones

Las uniones de los elementos de bambú son probablemente el punto más relevante a considerar en las construcciones con este material. En las construcciones más tradicionales (especialmente en Colombia), las uniones de elementos de bambú se hacían primero realizando los respectivos cortes a la caña complementados éstos con amarres, pasadores y clavos, siendo su trabajo de resistencia muy modesto. Gran influencia en este punto tuvo la labor del arquitecto colombiano Simón Vélez quien diseñó un sistema de unión en el cual se rellena con mortero de cemento el entrenudo a través del cual se hace pasar un perno. El propio Vélez (especialista en trabajo con la especie *Guadua Angustifolia*) relata su experiencia en el tema: “Hace unos veinte años me interesé por hacer una pequeña estructura en guadua. La experiencia que tenía trabajando con la madera no me servía para un material tan diferente. Quería hacer un voladizo que exige esfuerzos a tracción, pero no encontraba cómo hacer una conexión para un material hueco como la guadua. De repente se me ocurrió que llenando de cemento la cámara del entrenudo donde ocurría dicha conexión, que a su vez tenía tornillos de hierro, podría funcionar y funcionó. Ese fue un descubrimiento que partió en dos mi oficio como diseñador y constructor ya que con un sistema de construcción de estructuras de guadua en que están resueltas las uniones para tracción y compresión, se puede entrar a competir en igualdad de condiciones frente a materiales como la madera aserrada, el hierro o el concreto. Demostrar que la guadua en la zona donde se da silvestre es un material estructural tan confiable como éstos, llegará a tener repercusiones insospechadas en la producción y el consumo y con seguridad favorables desde todo punto de vista”⁵

5 Villegas Marcelo, *Bambusa Guadua*, colección La cultura del café, Villegas Editores, Abril de 1996, p.42.

A su vez es importante resaltar que la experiencia y el diseño de uniones del Arq. Simón Vélez tenía como finalidad la construcción de estructuras importantes, en las cuales los esfuerzos a los cuales estaban solicitados sus elementos constitutivos eran grandes. Dado que arquitectónicamente hablando una vivienda social no reviste mayor complejidad en lo que al diseño y cálculo estructural respecta, la utilización de este sistema de uniones asegura un buen comportamiento estructural de la vivienda. Algunos de los distintos tipos de uniones que pueden utilizarse al construir con caña de bambú son:

- **Uniones clavadas:** Las uniones clavadas se reservan para esfuerzos muy bajos entre elementos de madera aserrada y caña, como por ejemplo de pie derecho a solera en muro. No se recomiendan, expresamente, para la unión de dos o más elementos de caña ya que la penetración y el impacto de los clavos producen fisura del bambú debido a la preponderancia de fibras longitudinales.
- **Uniones pernadas:** Para este tipo de uniones se recomienda utilizar el concepto de relleno del entrenudo con mortero ideado por el Arq. Vélez. Cuando sea necesario perforar la guadua para introducirle pernos, debe usarse taladro de alta velocidad y evitar impactos de tal manera de que no se generen fisuras en la caña. El mortero, a su vez, debe ser lo suficientemente fluido como para penetrar en la totalidad del entrenudo.

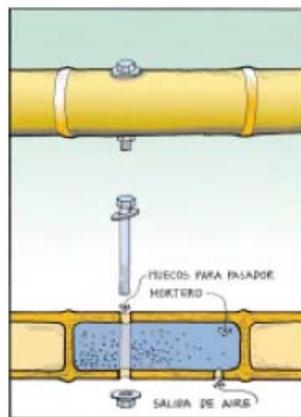


Fig. 5.4-1 Unión pernada. Fuente AIS

- **Uniones zunchadas:** Pueden utilizarse para fabricar conexiones articuladas. Para conexiones que deban resistir tracción, el zuncho debe ser calculado de tal manera que no sea el elemento más débil de la unión.

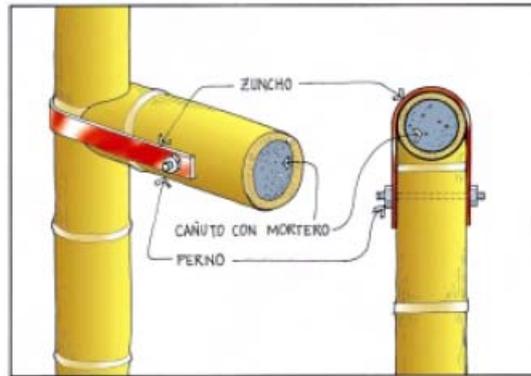


Fig. 5.4-2 Unión zunchada. Fuente AIS

En lo que concierne específicamente a las uniones de los distintos elementos estructurales entre sí es importante considerar algunos aspectos. En primer lugar, una vez construido el bahareque de bambú, la resistencia del material compuesto no depende de las uniones entre las cañas entre sí y las soleras sino de su rigidez. Es por esto que estas uniones entre los elementos constituyentes de los paneles pueden ser consideradas secundarias para el comportamiento estructural de los muros y por ende pueden ser simplemente clavadas entre sí. Por otra parte, muy distinta es la relevancia de las uniones entre los elementos de bahareque y la cimentación o la cubierta, pues estas uniones deben cumplir funciones estructurales tanto de rigidez como de resistencia. Esta importancia estructural justifica la necesidad de analizar las uniones entre cada uno de los elementos estructurales por separado:

- Unión cemento-muro:** Al analizar la conformación de los paneles de los muros se hizo hincapié en que conviene fabricar las soleras superior e inferior de los mismos de madera aserrada de tal manera de evitar los aplastamientos que pudiesen generarse si se utilizaran elementos de caña. La conexión con los cimientos o los sobrecimientos conviene realizarla con barras roscadas que atraviesan las soleras y se anclan con tuercas y arandelas. Es importante aislar la madera debe separarse del concreto de la fundación con alguna membrana impermeable que evite las filtraciones de humedad que son sumamente dañinas para la madera.

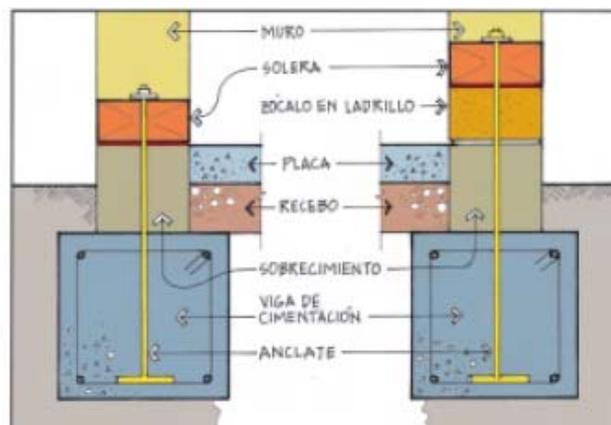


Fig. 5.4-3 Unión cemento-muro. Fuente AIS

- Unión entre muros:** Pueden darse dos casos diferentes, que los muros (o paneles) a unir estén en el mismo plano o que los mismos sean perpendiculares. Para el primer caso se debe hacer una unión pernada rellenando, como se mencionó previamente, los entrenudos involucrados con mortero. Es recomendable que hallan por lo menos dos conexiones por unión.

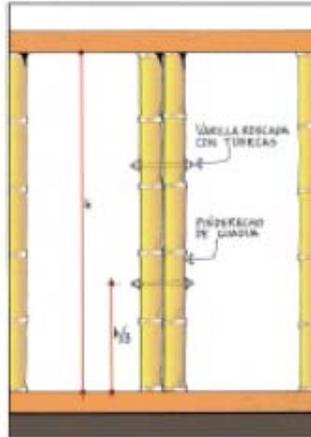


Fig. 5.4-4 Unión entre paneles en el mismo plano. Fuente AIS

Para el caso en que los muros sean perpendiculares entre sí deben utilizarse pernos en ambas direcciones existiendo la posibilidad de que las uniones sean en esquina, en forma de T o en cruz.

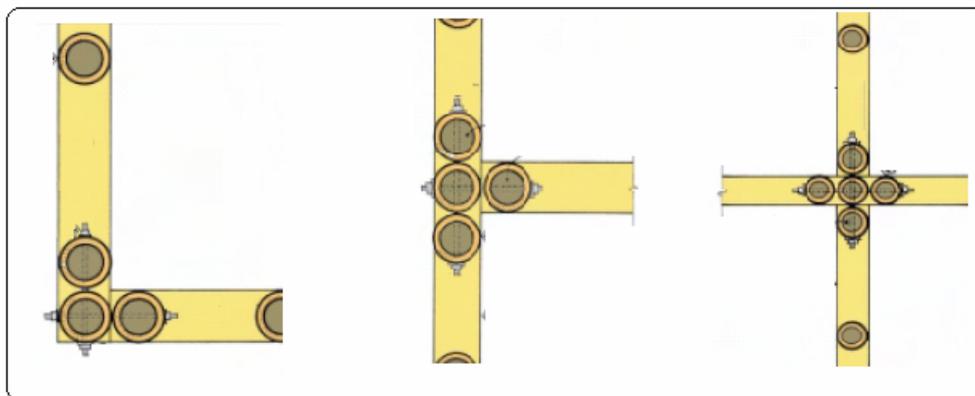


Fig. 5.4-5 Unión entre paneles en planos perpendiculares. Fuente AIS

- Unión muro-cubierta:** Para la unión de los muros con la cubierta se utiliza un sistema muy similar al utilizado para unir la cimentación con los muros. Se colocan pernos que atraviesan las soleras de los paneles que conforman el muro y las cañas que sirven de correas. A su vez las tejas deben amarrarse a las soleras para formar un conjunto.

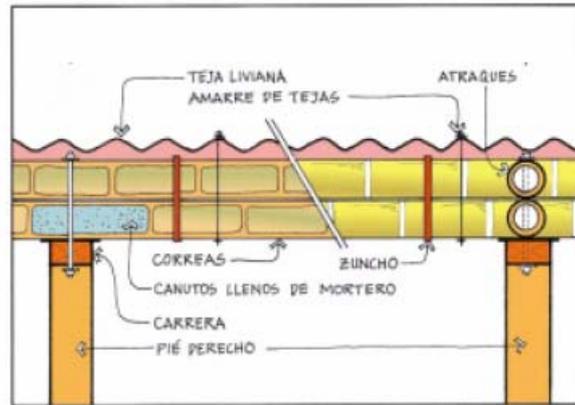


Fig. 5.4-6 Unión muro-cubierta. Fuente AIS

6. EL BAMBÚ COMO MATERIAL SISMO RESISTENTE

6.1 Introducción

Un sismo o temblor es un movimiento vibratorio que se origina en el interior de la Tierra y se propaga por ella en todas direcciones en forma de ondas. La energía liberada por un sismo es disipada principalmente en forma de calor y una menor parte se propaga desde la zona de ruptura mediante ondas de diversos tipos que hacen vibrar la corteza terrestre. Estas ondas se desplazan desde el foco a través del medio sólido de la tierra y se denominan ondas de cuerpo, que al alcanzar la superficie de la corteza terrestre originan ondas de superficie, las cuales viajan por esta zona y su amplitud tiende a cero conforme aumenta la profundidad. Durante un sismo toda edificación se ve expuesta a fuerzas de inercia generadas por el movimiento del suelo que se transmite a los edificios apoyados sobre el terreno debido a que la base del edificio tiende a seguir el movimiento del suelo y la masa del edificio por inercia se opone a ser desplazada dinámicamente y seguir el movimiento de su base. Estas fuerzas son producto de la segunda ley de Newton ($Fuerza = Masa \times Aceleración$) donde la aceleración está dada por la aceleración propia del sismo siendo la masa del edificio una variable a controlar para disminuir estas fuerzas de inercia.

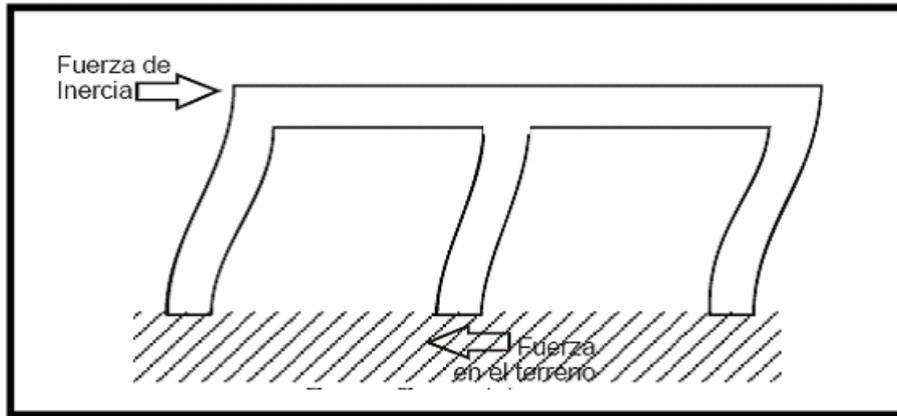


Fig. 6.1-1. Fuerzas de inercia generadas por un movimiento telúrico

En la República Argentina el tema sísmico es tratado por el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) con sede en la ciudad de San Juan y que depende del Ministerio de Obras y Servicios Públicos. El objetivo del INPRES es realizar estudios e investigaciones básicas y aplicadas de sismología e ingeniería sísmo resistente, destinados a la prevención del riesgo sísmico mediante el dictado de reglamentos que permitan la optimización de seguridad de las construcciones realizadas en las zonas de mayor riesgo sísmico (en la actualidad rige el Reglamento INPRES-CIRSOC 103 en el cual se dan lineamientos para estructuras en general y de hormigón en particular). El INPRES divide al país en cinco (5) zonas de acuerdo al grado de peligrosidad sísmica, siguiendo el criterio de la Tabla 6.1-1

Zona	Peligrosidad Sísmica
0	Muy reducida
1	Reducida
2	Moderada
3	Elevada
4	Muy elevada

Tabla 6.1-1 Zonificación de la República Argentina en función del grado de peligrosidad sísmica. Fuente INPRES



Fig. 6.1-2 Zonificación sísmica de la República Argentina. Fuente INPRES

La mayor parte de la actividad sísmica se concentra en la región Centro-oeste y Noroeste de nuestro país. En el caso particular del NOA si bien ha soportado terremotos destructivos en los últimos 400 años, éstos no han afectado mayormente a las zonas más densamente pobladas y, en consecuencia, no se le ha dado al problema sísmico la importancia que realmente tiene en función del elevado nivel de peligro sísmico potencial. En lo que a las provincias de Salta y Tucumán puntualmente concierne, la primera tiene zonas de riesgo dos (2) y tres (3) mientras que Tucumán está íntegramente ubicada en la zona de peligrosidad grado dos (2). Esto genera que sea obligatoria para la realización de cualquier tipo de obra pública en ambas provincias la presentación del certificado de aptitud técnica y sismo resistente de los materiales otorgados por la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda y el INPRES respectivamente. Vale destacar que ésta es aún una cuenta pendiente que la caña de bambú tiene en la Republica Argentina ya que la misma aún no cuenta con las certificaciones pertinentes. Esta situación no se repite en países en los cuales el bambú tiene importancia como material en la construcción. De hecho la Organización Internacional de Normalización (ISO), tiene publicadas a la fecha tres (3) normas tendientes a estandarizar (en la medida de lo posible) el uso de este material. Estas normas son:

- **ISO 22156: 2004:** Diseño estructural con bambú.
- **ISO 22157-1:2004** Ensayos para determinar características mecánicas del bambú.
- **ISO/TR 22157-2: 2004** Elementos de laboratorio para ensayos de bambú.

Como puede observarse Argentina se encuentra retrasada con respecto a países como Colombia (que anexó a la Norma de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 el mencionado Manual para la construcción Sismo Resistente de Viviendas de uno y dos pisos de Bahareque Encementado) o Ecuador (que adhiere a las normas ISO previamente mencionadas) que cuentan con las normas y certificaciones necesarias. Esta cuenta pendiente es sin duda una desventaja que el bambú presenta en nuestro país pues sin esta certificación es prácticamente imposible pensar en una difusión del mismo en la construcción de viviendas sociales y más aún si estas viviendas son construidas en plan de obra pública (en la zona del Ingenio Tabacal en la provincia de Salta se construyeron unas pocas viviendas para gente de bajos recursos pero sin participación estatal)

6.2 Conceptos de 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. Aún cuando se diseñe 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 aún 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 debería colapsar y debería contribuir 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. [AIS, 2001]

De esta definición de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica se desprende que una edificación no puede ser considerada sismo resistente únicamente por los materiales utilizados sino que deben considerarse variados conceptos y aspectos que minimicen las potenciales consecuencias de un evento sísmico en la edificación. Estos aspectos pueden estar relacionados tanto al material usado en la construcción como al diseño de la edificación y entre los más importantes se cuentan:

- **Peso:** Como se mencionó anteriormente durante un evento sísmico una estructura se ve sometida a fuerzas inerciales que dependen directamente de la masa de la

misma. Es en este punto en el cual el bambú con su mencionada alta relación resistencia-peso muestra un importante factor positivo que lo llevó a ser considerado un material de excelentes características para estructuras sismo resistentes.

- **Periodo y resonancia:** Toda edificación posee un período (tiempo en que un objeto cumple un ciclo en un movimiento vibratorio) dependiente de la masa y la rigidez de la misma. A su vez el suelo sobre el cual se edifica posee un periodo de vibración propio. En caso de que la relación entre ambos periodos sea cercana a uno (1) se genera el fenómeno de resonancia que debe ser evitado ya que genera que la edificación vibre con un movimiento cuya amplitud aumenta en forma progresiva poniendo en serio riesgo la estabilidad estructural.
- **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.
- **Regularidad en planta:** Debe tratar de evitarse la irregularidad en planta, tanto geométrica como de rigidez. Las formas irregulares pueden convertirse, por descomposición en varias formas regulares. Esta distribución pareja busca evitar excentricidades en la aplicación de las fuerzas cortantes con respecto al centro de rigidez⁶ que generen un momento torsor importante que haga que la estructura además de tender a trasladarse, tienda a girar alrededor del mencionado punto. Otro punto a considerar es que cuando muros paralelos tienen diferente configuración, ya sea por su longitud, o porque que unos contengan aberturas que otros no tienen, la planta también 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. [AIS, 2001]

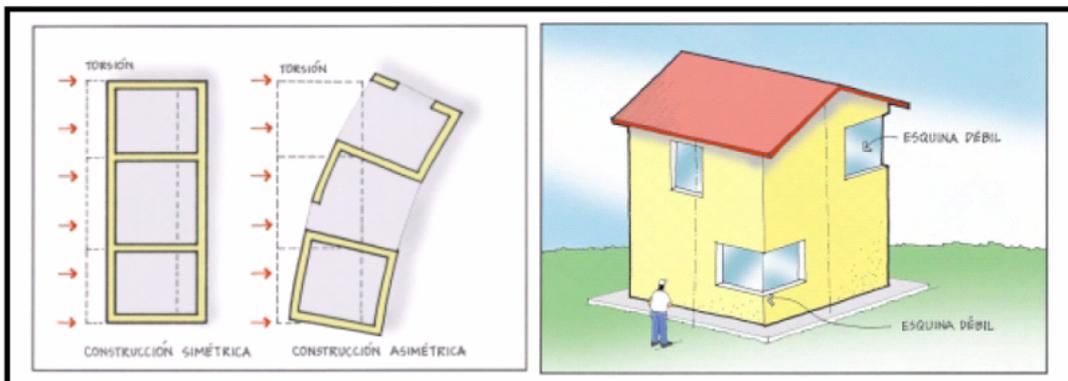


Fig. 6.2-1 Concepto de regularidad en planta. Fuente AIS

⁶ El centro de rigidez representa el centro geométrico de las rigideces de los elementos estructurales de un nivel

- Elementos no estructurales:** Los efectos de los elementos no estructurales suelen ser menospreciados en un análisis ordinario de estructuras y a menudo son la causa de los daños y la falla. La experiencia ha demostrado que la presencia de elementos no estructurales puede cambiar el comportamiento dinámico de una estructura, ya que las fuerzas sísmicas son atraídas por las áreas de mayor rigidez y si estas no están diseñadas para resistir las fuerzas, posiblemente fallen teniendo efectos desfavorables en la edificación. [Medina, 2005]

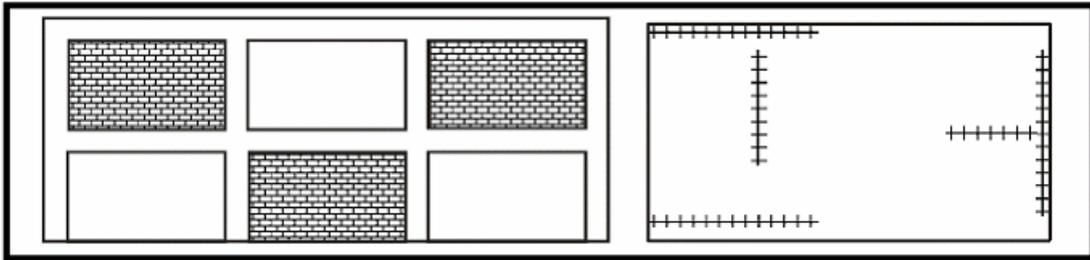


Fig. 6.2-2 Disposición incorrecta de elementos no estructurales

6.3 Antecedentes y estudios sobre la sismo resistencia del bambú

Si bien como se mencionó en la sección anterior no existe un material que sea resistente a sismos por sí solo sin el agregado de conceptos de diseño que favorezcan sus propiedades, el bambú por su alta relación resistencia-peso suele ser considerado apropiado para su uso en zonas de alto riesgo sísmico. Sin embargo no son muchos los estudios científicos referentes a la sismo resistencia de este material. Más bien se puede analizar la respuesta de construcciones en las que se utiliza caña de bambú a distintos sismos ocurridos en distintos lugares del mundo.

Sin lugar a dudas el caso más emblemático es el del sismo ocurrido en la ciudad de Armenia, Colombia en el año 1999. Como bien se relató con anterioridad tanto en esta ciudad como en el resto de las ciudades del Eje Cafetero Colombiano existía y existe un gran número de construcciones coloniales utilizando la especie *Guadua Angustifolia*. Este material comenzó a ser dejado de lado a medida que crecía el uso del acero y la mampostería. Pero el terremoto del 25 de enero de 1999 (de 6,2 grados en la escala de Richter que destruyó gran parte de la ciudad) demostró que el bajo peso de las construcciones en bambú generó que muchas de ellas sufrieran daños considerablemente menores que construcciones con métodos tradicionales (que en muchos casos ni siquiera consideraron el tema sísmico en su diseño). La Ing. Alexandra Colorado en su artículo “*La Guadua: Una Maravilla Natural de Grandes Bondades y Promisorio Futuro*” afirma que el terremoto del Quindío el 25 de enero de 1999 dejó al descubierto la necesidad de volver a los materiales sismo resistentes como la guadua, por que su poco peso, importante para reducir la fuerza sísmica, la lenta deformación de

las estructuras, flexibilidad, estabilidad, ductilidad, forma regular, masa simétrica, techos livianos y un desplome que produce un menor número de víctimas mortales, ofrece mayor seguridad en actividad telúrica, lo que no sucede con otros sistemas constructivos como la mampostería, que goza de gran tradición y confiabilidad en Colombia. Por eso, desde hace más de dos años la guadua es la base para la fabricación de varios proyectos de vivienda de interés social que buscan la rápida reconstrucción del Eje. Tal es el caso del Proyecto Timagua uno de los proyectos que desarrolla hoy el Fondo para la Reconstrucción del Eje Cafetero (FOREC), en Montenegro Quindío. En él solo se utiliza tierra, guadua y agua para la fabricar 74 m² de una vivienda, los materiales tienen un costo de cercano a los \$6 millones de pesos colombianos (3258 USD) y el valor total no superan los \$11 millones de pesos (5973 USD). La construcción resulta, entonces mucho más económica que una con materiales tradicionales, sin contar que ofrecen seguridad total y funcionan como una caja térmica [Colorado, 2001].

A su vez en el trabajo *“Refuerzo sísmico de construcciones residenciales de bambú y mampostería en Colombia” (Seismic Strengthening for Low-rise Bamboo- and Masonry-wall Residential Buildings in Colombia)* se afirma que la mayoría de los daños estructurales sufridos por viviendas con muro de bahareque durante el terremoto que afectó al Eje Cafetero colombiano fueron causados porque las uniones en las distintas intersecciones de elementos estructurales no se hallaban conectadas de forma adecuada. Además no existían vigas continuas o monolíticamente construidas sobre los extremos superiores de cada pared generándose que las paredes actúen independientemente una de las otras durante el terremoto y no como un solo conjunto.[Yoshimura; Liu; Croston; Ma; 2001]. De esta afirmación se desprende la necesidad de que las estructuras funcionen monolíticamente evitando movimientos relativos entre sus distintas partes estructurales que puedan dar origen a tensiones que puedan dañar la vivienda incluso causando su colapso.

Similar a la experiencia vivida en la zona cafetera colombiana fue el sismo de 5,7 en la escala de Richter que tuvo lugar en Sikkim, un estado de la India ubicado en la cordillera Himalaya, el día 14 de Febrero de 2006. En esta región es tradición construir viviendas denominadas “Ikra” en la lengua local y que consisten de estructuras de una planta con un muro de mampostería de ladrillos o piedras de alrededor de 1 metro que soporta paredes con bahareque de bambú local con cemento o tierra compactada. Las cubiertas suelen ser estructuras de bambú con cubierta de chapa galvanizada. En el artículo “Desempeño de estructuras durante el terremoto de Sikkim del 14 de Febrero de 2006” se consigna que en la ausencia de diseño y métodos constructivos apropiados y de control de calidad las construcciones de mampostería y de hormigón armado tuvieron una respuesta considerablemente pobre. A su vez las estructuras de bambú tradicionales (Ikra) mostraron una respuesta aceptable durante este terremoto. [Kaushik; Dasgupta; Sahoo; Kharel; 2006]

Otra experiencia que vale la pena citar es la vivienda en Bhuj, ciudad del Noroeste de India que fue sacudida el 26 de Enero de 2001 por un terremoto de 6,9 grados en la escala de Richter. En esta zona de la India se suele utilizar bambú como material constructivo para la cubierta de las viviendas tradicionales denominadas Bhonga. El bajo peso de la cubierta y la geometría circular en planta (que provee excelente resistencia a fuerzas laterales) favorecieron el buen desempeño estructural de muchas de estas viviendas durante el movimiento telúrico.



Fig. 6.3-1 Bhonga, vivienda típica de la ciudad de Bhuj, India.

En lo que respecta a trabajos de investigación referidos a la sismo resistencia del bambú resulta de insoslayable importancia citar el trabajo “*Pruebas sísmicas de un sistema constructivo basado en el uso de bambú*” (*Seismic testing of a bamboo based building system*) realizado por Lionel Jayanetti en el marco de un proyecto del Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID) patrocinado por la multinacional del rubro logístico TRADA internacional. En el citado proyecto se realizaron pruebas sobre un modelo de vivienda con muros en bahareque encementado de bambú. Estas pruebas fueron llevadas a cabo con el método de tabla vibratoria que consiste en plataformas cuadradas o rectangulares movidas por un actuador servo-hidráulico de tal manera de simular el efecto de un sismo. Los especímenes a testear son montados sobre la tabla permitiendo reproducir el comportamiento de la estructura y su patrón de daño ante el efecto de un sismo. Este tipo de pruebas suele ser desarrollada en variados institutos académicos y de investigación para estudiar la resistencia sísmica de estructuras de ingeniería civil como pueden ser puentes, represas u otras construcciones. Las pruebas fueron llevadas a cabo en las instalaciones del CPRI (Central Power Research Institute) en Bangalore, India. El espécimen testeado consistió en un modelo de vivienda de 2,7 x 2,7 metros (es el mayor tamaño que permitía la tabla vibratoria) construida con culmos de bambú de entre 8 y 10 cm. de diámetro espaciados entre sí 1,35 metros con esterilla de bambú sobre ellos y 50 mm. de mortero de cemento recubriendo la esterilla (tanto en la parte interna como externa de la pared).[Jayanetti, 2003]



Fig. 6.3-2 Vivienda de bambú montada sobre tabla vibratoria para prueba sísmica

Las conclusiones de esta prueba fueron que, luego de someter al modelo a movimientos comparables a los que puede generar un sismo grado 7,8 en la escala de Richter, la estructura no sufrió rajadura alguna en ningún sector. La unión del mortero y los culmos de bambú que conformaban la pared resultaron intactas al igual que la estructura del techo.

Como puede concluirse a partir del estudio llevado adelante por el DFID y de las distintas experiencias con sismos en distintos lugares del mundo, la alta resistencia en relación al peso que ofrecen ciertas especies de bambú lo convierten en un material que, acompañado por los conceptos de diseño antes mencionados, resulta útil en materia de construcciones sismo resistentes. A su vez, si bien es esperable que la vivienda se mantenga en pie durante un evento sísmico, en caso de ceder, el hecho de que el sistema constructivo con muros en bahareque sea considerablemente más liviano que la mampostería (Véase secciones siguientes), disminuye radicalmente el peligro para los habitantes de la vivienda.

7. COMPARATIVA ENTRE SISTEMA TRADICIONAL Y SISTEMA PROPUESTO

Para cotejar el sistema tradicional de construcción y el sistema constructivo de estructura de caña de bambú y madera para casas con fines sociales se realizó la comparación de una vivienda tipo FONAVI de 42 m² de superficie cubierta de acuerdo a los planos provistos por el Instituto Provincial de la Vivienda de la provincia de Salta (véase planos en Anexo II) y una vivienda con muros en bahareque encementado de bambú con estructura de techo conformada por cerchas y correas de caña sobre las cuales se apoya chapa ondulada galvanizada prepintada. Se tomó como criterio respetar

la distribución en planta de los ambientes y tabiques de acuerdo a los planos provistos por el IPV modificando en algunos casos las posiciones de las ventanas y las puertas de tal manera de alejar los vanos de las esquinas para evitar esquinas débiles y de respetar la simetría de la edificación siempre apuntando a adoptar los criterios de diseño sismo resistente antes mencionados. En el Anexo III se pueden observar tres vistas en corte de la estructura de caña y madera propuesta. Los criterios de comparación adoptados fueron el peso de las estructuras y el costo de fabricación no perdiendo de vista factores tales como la vida útil de las viviendas y el mantenimiento a realizarles.

Las dos viviendas comparadas poseen las siguientes características constructivas:

- **Vivienda tradicional:** Vivienda con fundación del tipo zapata corrida y muros interiores y exteriores de ladrillo revocado (muros exteriores de ladrillo común de 0,2 m. y muros interiores de ladrillo cerámico de 12x18x30) que cuenta con una estructura de H°A° consistente en columnas resistentes y vigas de encadenado superior. La cubierta a su vez consta de loza maciza de H°A° con aislación hidrófuga sobre la cual apoya teja cerámica (en la actualidad se está tendiendo a alivianar la loza de techo con viguetas lo cual tiene como finalidad reducir el peso de la estructura. El costo de este tipo de loza alivianada no es sustancialmente diferente al de la loza maciza). Bajo la loza se aplica un cielorraso de mortero a la cal. Por su parte el piso se conforma con mosaico 20x20 sobre una carpeta de hormigón pobre.
- **Vivienda con estructura de caña y madera:** En este caso la fundación es del mismo tipo pero usando menor volumen de H°A° (Véase Anexo VII). También se mantiene igual estructura de pisos de mosaico. Por su parte los muros se construyen con estructuras de paneles de caña y madera tal cual se describieron en la sección 5. A su vez se arman paneles como los mostrados en la Fig.7-1 con las estructuras necesarias para ubicar los vanos de ventanas y puerta.

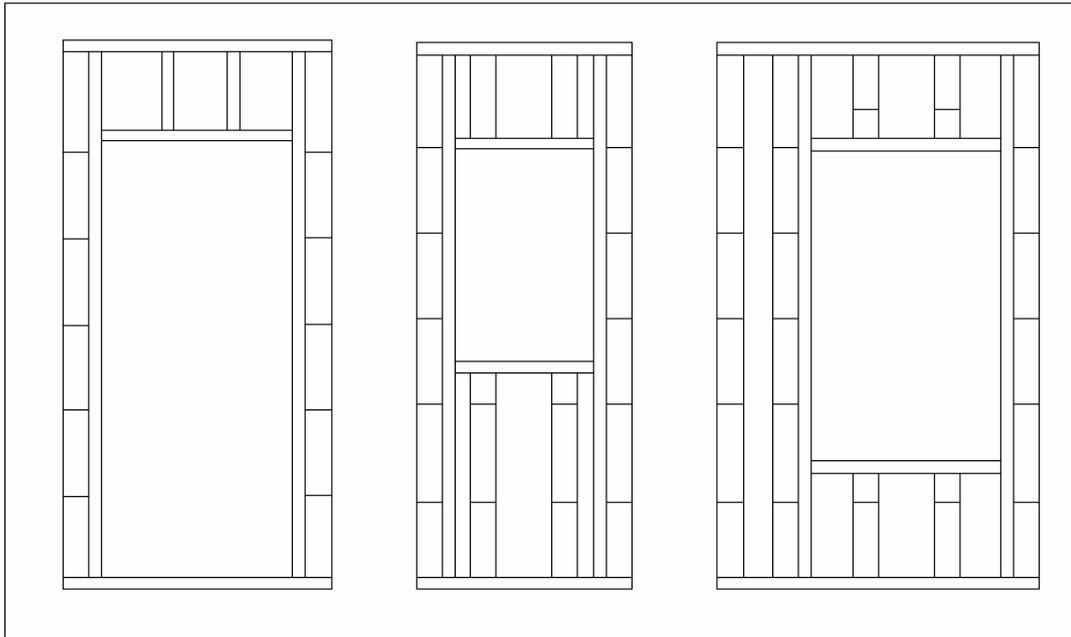


Fig. 7-1. Paneles de caña y madera para ventanas y puerta

Los paneles que conforman los muros son luego cubiertos con poliestireno expandido de 10 mm. sobre el cual se clava alambre romboidal para luego revocar. El mortero que se agrega en las uniones permite que los muros adquieran la resistencia suficiente y no solamente cumplan la función de cerramiento sino también cumplen funciones estructurales soportando además del peso propio el peso de la cubierta y permitiendo reducir costos al no tener que construir columnas resistentes ni vigas de encadenado superior. Vale remarcar que en el diseño de la vivienda con estructura de caña y madera se consideró una columna de H°A° encargada de resistir la carga generada por el tanque de agua de 500 (quinientos) litros funcionando independiente del resto de la estructura.

Por su parte la cubierta se conforma con una estructura de 4 (cuatro) cerchas o cabriadas de caña con correas también en bambú que cubren una luz de 6 (seis) metros (véase Anexo III). Sobre esta estructura se apoya chapa prepintada reemplazando la teja en cubierta para alivianar la estructura. A su vez se coloca un cielorraso suspendido de tablero de yeso. El cielorraso podría ser realizado en esterilla de bambú (similar al mostrado en la Fig. 7-2) ubicada entre las correas y la chapa lo cual reduciría aproximadamente en un 60% el costo de este ítem. La elección del cielorraso suspendido está basada en el hecho de que en la vivienda planteada el bambú no sería visible en ningún elemento sólo cumpliendo funciones estructurales y no estéticas (a pesar de que suele ser considerado un material estéticamente atractivo). Esta elección de no dejar la caña a la vista está fundada en superar en alguna manera (la casa a la vista luce prácticamente igual a una casa construida tradicionalmente) los perjuicios con

que este material suele ser visto en otros países al ser considerado “material de pobres” por haber sido utilizado tradicionalmente en viviendas sin diseño estructural alguno en áreas rurales a menudo inhóspitas.



Fig. 7-2. Cielorraso en esterilla de bambú

7.1 Comparativa de costos

Para realizar la comparación de los costos de fabricación de ambas viviendas se consideraron los costos unitarios con los cuales trabaja el IPV de Salta al mes de abril de 2008 (véase anexos IV). A su vez para el costeo de la vivienda con el sistema propuesto se utilizó el costo del metro de caña de bambú de 12 cm. de diámetro (ya tratado con soluciones de Boro) de la especie *Bambusa Balcoa* suministrado por el Ing. Jorge Dragone (V. Tabla 7.1-1). Este es el costo que implica la compra de la caña al Ingenio San Martín de Tabacal a agosto de 2008 para luego realizar el tratamiento con Boro (como se dijo el costo utilizado ya incluye el costo de tratamiento). Si bien existe una diferencia de 3 (tres) meses entre el costo de materiales y estructuras tradicionales y el costo de la caña, el hecho de que este último material no posea gran demanda en la actualidad hace que su precio se mantenga relativamente estable. Vale destacar que en la presente tesis de grado no se estudió el costo que implicaría el establecimiento de un bambusal propio y el costo de la caña tratada una vez que se contase con la plantación (el cual es de esperar que sea menor al costo de comprar la caña). Los costos de caña de bambú tratada se muestran en la Tabla 7.1-1.

Diámetro de Caña (cm.)	Precio por metro
6	\$ 3,00
8	\$ 3,50
10	\$ 4,00
12	\$ 4,50

Tabla. 7.1-1. Costos del metro lineal de caña según diámetro. Fuente Ing. Jorge Dragone

En lo que respecta a la mano de obra para la construcción con caña se tomaron los siguientes criterios en base a las sugerencias del Ing. Dragone. En primer lugar para los muros en bahareque encementado se consideró un 15% más de mano de obra que para la construcción de un muro de mampuesto con el revoque incluido. Por su parte para lo que es la estructura de la cubierta, incluyendo la fijación de la chapa a la caña, nuevamente de acuerdo a la experiencia del Ing. Dragone se consideró un 15% más de mano de obra para la cubierta con estructura de caña comparada a una cubierta de chapa pero soportada por estructura metálica. Esta diferencia está dada por el hecho de que la cercha metálica es prefabricada mientras que para el presente proyecto se considera la fabricación in situ del total de la estructura (aunque para una futura línea de investigación resultaría sumamente interesante la posibilidad de analizar la prefabricación de paneles tal cual se realiza en Colombia). Los costos unitarios de las estructuras de caña y madera de los muros exteriores e interiores y de la cubierta se consignan en el Anexo V. A continuación en las Tablas 7.1-2 y 7.1-3 se muestran los costos detallados de ambas viviendas.

COSTEO VIVIENDA TIPO FO.NA.VI SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL						
DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL	% INCID
LIMPIEZA, NIVELACION Y REPLANTEO						
a) Limpieza terreno	Viv	1,00	\$ 236,63	\$ 236,63		
					\$ 236,63	0,38%
MOVIMIENTO DE SUELOS						
a) Excavación de zanjas p/vigas fund.	m3	3,92	\$ 56,64	\$ 222,03		
b) Terraplenamiento interior vivienda	m3	11,12	\$ 62,26	\$ 692,07		
c) Excavacion p/zapatatas	m3	15,00	\$ 56,64	\$ 849,59		
					\$ 1.763,69	2,82%
FUNDACIONES						
a) Material de limp. b/fundaciones	m2	8,91	\$ 15,39	\$ 137,10		
b) Base aislada	m3	6,24	\$ 615,86	\$ 3.842,94		
c) Vigas de fundación	m3	3,41	\$ 856,62	\$ 2.923,22		
					\$ 6.903,27	11,05%
ESTRUCTURA DE H°A°						
a) Columnas resistentes	m3	1,06	\$ 1.259,62	\$ 1.330,16		
b) Columnas y vigas de encadenado superior	m3	1,00	\$ 1.275,77	\$ 1.275,77		
c) Vigas resistentes	m3	3,30	\$ 1.197,13	\$ 3.951,12		
d) Losa maciza p/tanque	m3	0,24	\$ 940,06	\$ 221,10		
e) Losa maciza	m2	56,37	\$ 92,22	\$ 5.198,76		
					\$ 11.976,91	19,16%
CAPA AISLADORA						
a) Capa aisladora horizontal y vertical	m2	26,88	\$ 20,02	\$ 538,01		
					\$ 538,01	0,86%
MAMPOSTERIA						
a) Ladrillo cerámico 12x18x30	m2	39,91	\$ 52,46	\$ 2.093,31		
b) Ladrillo macizo adobon 0,20 m.	m2	71,50	\$ 68,09	\$ 4.868,27		
c) Revestimiento tanque 12X18X30	m2	4,29	\$ 52,46	\$ 225,04		
					\$ 7.186,62	11,50%
CUBIERTA DE TECHO						
a) Aislación hidrófuga en cubierta	m2	52,91	\$ 26,44	\$ 1.399,17		
b) Teja cerámica	m2	56,81	\$ 52,14	\$ 2.962,01		
					\$ 4.361,17	6,98%
CIELORRASOS						
a) Cielorraso mandilado bajo losa	m2	51,00	\$ 25,24	\$ 1.287,36		
					\$ 1.287,36	2,06%
REVOQUES						
a) Revoque exterior completo	m2	71,50	\$ 25,44	\$ 1.819,22		
b) Revoque interior grueso y fino	m2	151,31	\$ 22,79	\$ 3.447,89		
c) Revoque bajo revestimiento	m2	15,32	\$ 22,79	\$ 348,98		
					\$ 5.616,09	8,99%
CONTRAPISOS						
a) Contrapiso de H° pobre	m2	42,00	\$ 22,08	\$ 927,22		
					\$ 927,22	1,48%
PISOS, ZOCALOS Y UMBRALES						
a) Carpeta	m2	42,00	\$ 9,39	\$ 394,24		
b) Zócalo interior ceramico	ml	49,40	\$ 7,71	\$ 380,70		
c) Cerámico 20 X 20	m2	42,00	\$ 40,10	\$ 1.684,18		
b) Zócalo exterior cemento	ml	26,00	\$ 9,11	\$ 236,77		
d) Umbrales de cemento alisado + perfil	ml	1,70	\$ 11,09	\$ 18,86		
					\$ 2.714,75	4,34%
ANTEPECHOS						
a) Antepecho de baldosa 20x20	ml	1,60	\$ 13,05	\$ 20,88		
					\$ 20,88	0,03%
REVESTIMIENTOS						
a) Azulejos 15x15	m2	15,32	\$ 44,96	\$ 688,53		
					\$ 688,53	1,10%
CARPINTERIA						
a) Carpintería metálica	Viv.	1,00	\$ 3.824,52	\$ 3.824,52		
b) Carpintería de madera	Viv.	1,00	\$ 996,62	\$ 996,62		
					\$ 4.821,14	7,71%

INSTALACION SANITARIA						
a) Agua fría y caliente	Viv.	1,00	\$ 1.214,02	\$ 1.214,02		
b) Artefactos y grifería	Viv.	1,00	\$ 1.412,09	\$ 1.412,09		
c) Conexión y tanque	Viv.	1,00	\$ 536,12	\$ 536,12		
d) Base sanitaria	Viv.	1,00	\$ 1.232,30	\$ 1.232,30		
					\$ 4.394,52	7,03%
INSTALACION ELECTRICA						
a) Caños, cajas y tableros	Viv.	1,00	\$ 1.080,81	\$ 1.080,81		
b) Cables y llaves	Viv.	1,00	\$ 1.225,28	\$ 1.225,28		
c) Pilar de luz	Viv.	1,00	\$ 289,20	\$ 289,20		
					\$ 2.595,30	4,15%
INSTALACION DE GAS						
a) Caños y ventilación	Viv.	1,00	\$ 490,92	\$ 490,92		
b) Gabinete p/garrafa icluida	Viv.	1,00	\$ 238,49	\$ 238,49		
					\$ 729,41	1,17%
VARIOS						
a) Vidrios dobles	m2	5,28	\$ 40,64	\$ 214,49		
b) Ladrillo cerámico 12x18x30	m2	306,14	\$ 7,40	\$ 2.264,35		
c) Pintura carpintería metálica y madera	m2	34,46	\$ 17,61	\$ 606,94		
					\$ 3.085,79	4,94%
DOCUMENTACION DE OBRA						
	gl	1,00	\$ 2.174,10	\$ 2.174,10		
					\$ 2.174,10	3,48%
TRABAJOS EXTERIORES						
a) Forestación	Viv.	1,00	\$ 33,91	\$ 33,91		
b) Divisoria de lotes (mojones)	Viv.	1,00	\$ 39,39	\$ 39,39		
c) Veredas lavadero y perimetrales	m2	11,85	\$ 34,25	\$ 405,91		
					\$ 479,21	0,77%
TOTAL VIVIENDA					\$ 62.500,60	

Tabla. 7.1-2 Costos detallados sistema constructivo tradicional a abril de 2008

COSTEO VIVIENDA TIPO FO.NA.VI CON ESTRUCTURA EN CAÑA DE BAMBÚ Y MADERA						
DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL	% INCIDENCIA.
LIMPIEZA, NIVELACIÓN Y REPLANTEO						
a) Limpieza terreno	Viv.	1,00	\$ 236,63	\$ 236,63	\$ 236,63	0,47%
MOVIMIENTO DE SUELOS						
a) Excavación de zanjas p/vigas fund.	m3	3,92	\$ 56,64	\$ 222,03	\$ 1.763,69	3,52%
b) Terraplenamiento interior vivienda	m3	11,12	\$ 62,26	\$ 692,07		
b) Excavación p/zapatás	m3	15,00	\$ 56,64	\$ 849,59		
FUNDACIONES						
a) Material de limp. b/fundaciones	m2	8,91	\$ 15,39	\$ 137,10	\$ 4.774,38	9,53%
b) Base aislada	m3	4,28	\$ 615,86	\$ 2.632,79		
c) Vigas de fundación	m3	2,34	\$ 856,62	\$ 2.004,50		
ESTRUCTURA DE H°A°						
a) Columnas resistentes	m3	0,16	\$ 1.259,62	\$ 201,54	\$ 422,64	0,84%
b) Losa maciza p/tanque	m3	0,24	\$ 940,06	\$ 221,10		
CAPA AISLADORA						
a) Capa aisladora horizontal y vertical	m2	26,88	\$ 20,02	\$ 538,01	\$ 538,01	1,07%
MUROS						
a) Estructura de muros exteriores	m2	62,40	\$ 72,67	\$ 4.534,54	\$ 6.729,66	13,43%
b) Estructura de muros interiores	m2	31,20	\$ 63,14	\$ 1.970,07		
c) Revestimiento tanque ladrillo 12X18X30	m2	4,29	\$ 52,46	\$ 225,04		
CUBIERTA DE TECHO						
a) Estructura de cerchas y correas	m2	47,60	\$ 48,88	\$ 2.326,75	\$ 5.279,79	10,53%
b) Chapa galvanizada	m2	56,64	\$ 52,14	\$ 2.953,04		
CIELORRASOS						
a) Cielorraso suspendido tablero de yeso	m2	42,00	\$ 60,09	\$ 2.523,87	\$ 2.523,87	5,04%
REVOQUES						
a) Revoque exterior completo	m2	71,50	\$ 25,44	\$ 1.819,22	\$ 5.219,37	10,41%
b) Revoque interior grueso y fino	m2	133,90	\$ 22,79	\$ 3.051,17		
c) Revoque bajo revestimiento	m2	15,32	\$ 22,79	\$ 348,98		
CONTRAPISOS						
a) Contrapiso de H° pobre	m2	42,00	\$ 22,08	\$ 927,22	\$ 927,22	1,85%
PISOS, ZÓCALOS Y UMBRALES						
a) Carpeta	m2	42,00	\$ 9,39	\$ 394,24	\$ 2.714,75	5,42%
b) Zócalo interior cerámico	ml	49,40	\$ 7,71	\$ 380,70		
c) Cerámico 20 X 20	m2	42,00	\$ 40,10	\$ 1.684,18		
d) Zócalo exterior cemento	ml	26,00	\$ 9,11	\$ 236,77		
e) Umbrales de cemento alisado + perfil	ml	1,70	\$ 11,09	\$ 18,86		
ANTEPECHOS						
a) Antepecho de baldosa 20x20	ml	1,60	\$ 13,05	\$ 20,88	\$ 20,88	0,04%
REVESTIMIENTOS						
a) Azulejos 15x15	m2	15,32	\$ 44,96	\$ 688,53	\$ 688,53	1,37%

CARPINTERÍA					
a) Carpintería metálica	Viv.	1,00	\$ 3.824,52	\$ 3.824,52	
b) Carpintería de madera	Viv.	1,00	\$ 996,62	\$ 996,62	
					\$ 4.821,14
					9,62%
INSTALACIÓN SANITARIA					
a) Agua fría y caliente	Viv.	1,00	\$ 1.214,02	\$ 1.214,02	
b) Artefactos y grifería	Viv.	1,00	\$ 1.412,09	\$ 1.412,09	
c) Conexión y tanque	Viv.	1,00	\$ 536,12	\$ 536,12	
d) Base sanitaria	Viv.	1,00	\$ 1.232,30	\$ 1.232,30	
					\$ 4.394,52
					8,77%
INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
a) Caños, cajas y tableros	Viv.	1,00	\$ 1.080,81	\$ 1.080,81	
b) Cables y llaves	Viv.	1,00	\$ 1.225,28	\$ 1.225,28	
c) Pilar de luz	Viv.	1,00	\$ 289,20	\$ 289,20	
					\$ 2.595,30
					5,18%
INSTALACIÓN DE GAS					
a) Caños y ventilación	Viv.	1,00	\$ 490,92	\$ 490,92	
b) Gabinete p/garrafa incluida	Viv.	1,00	\$ 238,49	\$ 238,49	
					\$ 729,41
					1,46%
VARIOS					
a) Vidrios dobles	m2	5,28	\$ 40,64	\$ 214,49	
b) Ladrillo cerámico 12x18x30	m2	306,14	\$ 7,40	\$ 2.264,35	
c) Pintura carpintería metálica y madera	m2	34,46	\$ 17,61	\$ 606,94	
					\$ 3.085,79
					6,16%
DOCUMENTACIÓN DE OBRA					
	gl	1,00	\$ 2.174,10	\$ 2.174,10	
					\$ 2.174,10
					4,34%
TRABAJOS EXTERIORES					
a) Forestación	Viv.	1,00	\$ 33,91	\$ 33,91	
b) Divisoria de lotes (mojones)	Viv.	1,00	\$ 39,39	\$ 39,39	
c) Veredas lavadero y perimetrales	m2	11,85	\$ 34,25	\$ 405,91	
					\$ 479,21
					0,96%
TOTAL VIVIENDA					\$ 50.118,88

Tabla. 7.1-3 Costos detallados construcción estructura de caña a abril de 2008

Como se desprende del presente análisis de costos la construcción de la vivienda en caña de bambú implica un ahorro del 24,7%. Como se describió en secciones anteriores son variadas las opciones constructivas que pueden y suelen utilizarse para la construcción de viviendas sociales en la Argentina. El costeo llevado a cabo incluye los métodos más comunes utilizados por el IPV de Salta. Sin embargo podría ser de utilidad analizar el costo de una vivienda con cubierta en estructura de madera de pino pues en cierta manera podría considerarse una estructura con más puntos en común con la propuesta en caña de bambú que la estructura de losa maciza

. En este caso se reemplazaría la estructura de losa resistente de techo y la cubierta de teja por cabriadas de pino con tirantes en madera de pino cepillada sobre la cual se apoyaría la chapa prepintada. Por su parte el resto de la estructura se mantendría igual. A continuación se muestran los costos unitarios de este tipo de estructura al mes de abril de 2008.

CUBIERTA INCLINADA CHAPA PREPINTADA SIEST. DE MADERA M2.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	recio Unitari	Costo
Tirante de pino 2"x3"	m	1,10	\$ 5,05	\$ 5,56
Chapa prepintada n° 24 acanalada-trapezoidal	m2	1,35	\$ 30,58	\$ 41,28
Gancho "J" p/chapa galvanizada de 0,60	u	1,00	\$ 0,22	\$ 0,22
Madera Tra pino nacional cepillada	m2	0,70	\$ 31,96	\$ 22,37
TOTAL MATERIALES				\$ 69,42
MANO DE OBRA				
Cuadrilla tipo UOCRA	h	3,10	\$ 15,27	\$ 47,34
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 47,34
TOTAL M2 CUBIERTA INCLINADA CHAPA PREPINTADA SIEST. DE MADERA				\$ 116,76

Tabla. 7.1-4 Costo unitario Cubierta inclinada estructura de madera con chapa prepintada

Este tipo de cubierta es un 25,64% más cara que la cubierta con estructura de bambú por la diferencia de costo existente entre el pino y la caña. En el costeo global la diferencia de costo entre la vivienda con estructura de caña y aquella construida con muros de mampostería y la cubierta con estructura de pino y chapa prepintada es de 21,33% (en el Anexo VI se incluye el costeo de esta vivienda). Como puede observarse son muchas las variantes constructivas que pueden plantearse pero de este análisis se desprende que la construcción con caña (incluyendo todos los aspectos de diseño necesarios para construir una casa estructuralmente resistente y visualmente similar a la típica casa FO.NA.VI.) es más barata que el sistema tradicional a la vez que ofrece en ciertas localidades con dificultad de acceso a materiales una alternativa viable que implica un gran porcentaje de mano de obra local, desde la plantación, cuidado, corte y tratamiento de la caña hasta la construcción propiamente dicha.

Vale la pena recalcar que estas comparaciones no serían válidas en caso de comparar viviendas con distinta vida útil pero en base a la experiencia recogida en el desarrollo del presente trabajo a partir de la lectura de variadas experiencias en países como Colombia y Costa Rica y de las entrevistas con el Arquitecto Horacio Saleme y el Ing. Jorge Dragone se concluyó que el sistema constructivo con estructura en caña de bambú no debería presentar problemas de deterioro de las estructuras siempre y cuando se hayan tomado los recaudos de tratamiento y secado de la caña y de aplicación de los conceptos de diseño que permitan preservar la caña fundamentalmente de la humedad, el principal agente de deterioro de la misma. Entre estos conceptos de diseño se encuentran los aleros pronunciados, la impermeabilización de las fundaciones y el uso de pintura impermeabilizante en cubierta, entre otros. Cuando el techo de la vivienda es de lámina como en este caso, se recomienda aplicarle una capa de pintura especial para este fin. Esto ayudará a que la lámina no se corroa y por lo tanto tendrá una vida útil más larga. En este tipo de techos debe ponerse atención en los clavos que las sujetan, si llegara a aflojarse alguno, se debe proceder a apretarlo o colocarle algún producto tapa goteras para evitar la entrada de humedad a otras partes de la vivienda.

En el caso de las paredes el mantenerlas bien pintadas, aparte de la belleza que le proporciona a la vivienda, le ayuda a la protección contra la humedad. Antes de pintar la

vivienda, es conveniente rellenar cualquier grieta o fisura que se manifieste, bien sea provocada por un fenómeno natural como un temblor o por cambio brusco de temperatura. Lo anterior puede hacerse con algunas de las pastas que se consiguen en el mercado para este fin, lo más recomendable es utilizar las pastas de cualidades expansivas.

7.2 Comparativa de peso

Se mencionó previamente al analizar los conceptos de sismo resistencia que durante un movimiento telúrico se generan fuerzas dinámicas sobre las estructuras que están dadas por la Ecuación de Newton ($Fuerza = Masa \times Aceleración$). Se expresó también que la aceleración está dada por la aceleración propia del suelo generada por el sismo. Es por esto que una estructura de menor peso (y que sea obviamente resistente) necesariamente tiene que presentar un comportamiento mejor ante un evento sísmico que una estructura más pesada. Es por esto que en el presente trabajo de tesis de grado se busca comparar el peso de las dos viviendas comparadas previamente en sus costos de fabricación. Para el cálculo del peso de las estructuras se tuvo en cuenta el concepto de carga permanente propuesto en el Reglamento Argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas CIRSOC 101 según el cual cargas permanentes son cargas en las cuales las variaciones a lo largo del tiempo son raras o de pequeña magnitud y tienen un tiempo de aplicación prolongado. En general, consisten en el peso de todos los materiales de construcción incorporados en el edificio, incluyendo pero no limitado a paredes, pisos, techos, cielorrasos, escaleras, elementos divisorios, terminaciones, revestimientos y otros ítems arquitectónicos y estructurales incorporados de manera similar, y equipamiento de servicios con peso determinado. [Cirsoc 101, 2002]. Para el presente cálculo se adoptó la simplificación de no considerar el peso del equipamiento de las viviendas pues es idéntico para ambas.

Para el cálculo de las estructuras tradicionales se utilizaron los pesos nominales propuestos por el Reglamento Cirsoc 101 mientras que para calcular el peso de las estructuras en caña se utilizó la tabla 7.2-1 provista por el Ing. Jorge Dragone y que permite calcular el peso de cañas de la especie *Bambusa Balcoa* según su diámetro y el espesor de la pared (se utilizó el peso de caña de 12 cm. de diámetro y 14 mm. de espesor de pared).

Peso de la caña de bambú (kg/m) según el diámetro exterior y el espesor de la pared												
Diámetro exterior (cm)	Espesor de pared (mm)											
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6	0,80	0,95	1,08	1,22	1,34	1,46	1,57	1,68	1,79	1,88	1,97	2,06
8	1,10	1,30	1,49	1,68	1,87	2,05	2,22	2,38	2,54	2,70	2,85	2,99
10	1,39	1,65	1,90	2,15	2,39	2,63	2,86	3,09	3,30	3,52	3,73	3,93
12	1,68	2,00	2,31	2,62	2,92	3,21	3,50	3,79	4,06	4,34	4,60	4,86

Tabla 7.2-1 Peso de la caña de bambú según el diámetro exterior y el espesor de pared

En la Tabla 7.2-2 y 7.2-3 se puede observar el total del peso de la estructura de la vivienda tradicionalmente construida y la vivienda con estructura en caña y madera respectivamente

PESO ESTRUCTURA VIVIENDA TIPO FO.NA.VI SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL						
DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	PESO TOTAL (Kg.)	% INCID.
FUNDACIONES						
a) Base aislada	m3	6,24	2.446,48	10.458,72		
a) Vigas de fundación	m3	3,41	2.446,48	2.923,22		
					13.381,94	15,12%
ESTRUCTURA DE H°A°						
a) Columnas resistentes	m3	1,06	2.446,48	2.583,49		
b) Columnas y vigas de encadenado superior	m3	1,00	2.446,48	2.446,48		
c) Vigas resistentes	m3	3,30	2.446,48	8.074,62		
d) Losa maciza p/tanque	m3	0,24	2.446,48	575,41		
e) Losa maciza (incluye cielorraso b/losa)	m3	6,20	2.446,48	15.171,12		
					28.851,12	32,61%
MAMPOSTERIA						
a) Ladrillo cerámico 12x18x30 (c/revoque)	m3	5,99	1.070,34	6.406,77		
b) Ladrillo macizo adobon 0,20 m. (c/revoque)	m3	14,30	1.834,86	26.238,53		
c) Revestimiento tanque 12X18X30 (c/revoque)	m3	0,64	1.070,34	688,76		
					33.334,06	37,67%
CUBIERTA DE TECHO						
a) Teja cerámica estilo francés	m2	56,81	50,97	2.895,62		
					2.895,62	3,27%
CONTRAPISOS						
a) Contrapiso de H° pobre	m2	1,26	1.834,86	2.311,93		
					6.165,14	6,97%
PISOS, ZOCALOS Y UMBRALES						
a) Cerámico 20 X 20	m2	42,00	42,81	1.798,17		
b) Carpeta	m2	1,26	1.630,99	2.055,05		
					3.853,21	4,35%
TOTAL VIVIENDA					88.481,08	

Tabla 7.2-2. Peso de la estructura de vivienda con sistema tradicional

PESO ESTRUCTURA VIVIENDA TIPO FO.NA.VI CON ESTRUCTURA EN CAÑA DE BAMBÚ Y MADERA						
DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	PESO TOTAL (Kg.)	% INCID.
FUNDACIONES						
a) Base aislada	m3	4,28	2.446,48	10.458,72		
b) Vigas de fundación	m3	2,34	2.446,48	2.004,50		
					12.463,21	32,70%
ESTRUCTURA DE H°A°						
a) Columnas resistentes	m3	0,16	2.446,48	391,44		
b) Losa maciza p/tanque	m3	0,24	2.446,48	575,41		
					966,85	2,54%
MUROS						
a) Muros exteriores				2.019,16		
Caña	m	165,30	4,34	717,40		
Madera de pino	m3	0,46	611,62	278,43		
Mortero	m3	0,49	1.732,93	846,24		
Alambre romboidal	m2	118,06	1,50	177,09		
b) Muros interiores				1.225,40		
Caña	m	67,20	4,34	291,65		
Madera de pino	m3	0,22	611,62	134,95		
Mortero	m3	0,41	1.732,93	705,20		
Alambre romboidal	m2	62,40	1,50	93,60		
c) Revestimiento tanque ladrillo 12X18X30	m2	0,64	1.070,34	688,76		
					3.933,33	10,32%
CUBIERTA DE TECHO						
a) Estructura de cerchas y correas				2.074,68		
Caña	m	200,00	4,34	868,00		
Mortero	m3	0,70	1.732,93	1.206,68		
b) Chapa prepintada				293,40		
					2.368,08	6,21%
CIELORRASOS						
a) Cielorraso suspendido tablero de yeso	m2	42,00	20,39	856,27		
					856,27	2,25%
REVOQUES						
a) Revoque exterior completo	m3	2,15	1.936,80	4.154,43		
b) Revoque interior grueso y fino	m3	4,02	1.732,93	6.961,16		
c) Revoque bajo revestimiento	m3	0,15	1.630,99	249,79		
					11.365,38	29,82%
CONTRAPISOS						
a) Contrapiso de H° pobre	m2	1,26	1.834,86	2.311,93		
					2.311,93	6,07%
PISOS, ZOCALOS Y UMBRALES						
a) Carpeta	m2	1,26	1.630,99	2.055,05		
c) Cerámico 20 X 20	m2	42,00	42,81	1.798,17		
					3.853,21	10,11%
TOTAL VIVIENDA					38.118,25	

Tabla 7.2-3. Peso de la estructura de vivienda con estructura de caña y madera

Como se observa del análisis de ambas tablas la vivienda construida con muros en bahareque encementado de bambú y la cubierta en estructura de cabriadas es un 132% más liviana que la vivienda con el sistema tradicional lo cual implica mayor seguridad y mejor respuesta en caso de un sismo. Al analizar ítem por ítem se observa que la diferencia entre el peso del muro en bahareque encementado y la mampostería es del orden del 160%. A su vez la diferencia observada con respecto a la estructura de cubierta es sustancialmente mayor pues la cubierta de losa maciza y teja cerámica es alrededor de un 460% más pesada que la estructura de cubierta de la vivienda en caña y chapa prepintada. Del cálculo se desprende que las diferencias de peso entre las estructuras son sustanciales lo cual asegura un mejor comportamiento de la vivienda de

bambú ante un evento sísmico, siempre teniendo en cuenta los detalles de diseño sismo resistentes anteriormente expresados y tomando los recaudos necesarios para que la vivienda reaccione como una estructura monolítica evitando movimientos relativos entre sus distintas estructuras que puedan causar daños importantes en las mismas. A su vez es importante tener en cuenta que el menor peso de las estructuras no sólo es beneficioso en caso de sismos por la menor fuerza de inercia que la vivienda debe soportar sino también, en caso de derrumbe de la vivienda, es de esperar que los daños producidos a sus habitantes sean menores.

8. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Una vez recorrido el complejo camino de la investigación son muchas las cosas que quedan claras y muchas otras las que quedan como piedras basales para futuras investigaciones que permitan ahondar en ciertas cuestiones relacionadas a la caña de bambú, sus usos y aplicaciones.

En primer lugar, sin lugar a dudas el primer punto que indefectiblemente salta a la luz es que la problemática habitacional de la República Argentina no puede bajo ningún concepto ser soslayada por gobiernos y entidades de bien público. Los números son alarmantes y los índices que reflejan la situación habitacional del país y puntualmente de Salta y Tucumán dan la pauta de que es necesario redoblar los esfuerzos en la búsqueda de soluciones y alternativas que permitan reducir estos niveles deficitarios en materia habitacional. Es en este contexto en el cual la caña de bambú, con sus antecedentes como material de construcción en países tales como Colombia, Ecuador, Costa Rica o India, se convierte en una opción válida, fundamentalmente en regiones cuyo clima es favorable para su crecimiento y en las cuales a menudo la disponibilidad de materiales tradicionales no es importante. Se debe considerar que, si bien no se realizó un análisis en profundidad, es de esperar que por la alta relación volumen-peso parte de la ventaja de costo se pierda en caso de tener que transportar la caña distancias importantes por los costos de flete involucrados.

Son variados los factores que se desprenden de la presente investigación y que permiten analizar la viabilidad y factibilidad del uso de la caña de bambú como material constructivo en las provincias de Salta y Tucumán. En primer lugar ambas provincias cuentan con regiones de clima subtropical aptas para el desarrollo de algunas especies de bambúes leñosos tales como la *Bambusa Balcoa* (que conforma gran parte de los actuales bambusales del NOA). En la actualidad es poco el conocimiento y el desarrollo que este tipo de planta posee en nuestro país. De hecho, la gran mayoría de los bambusales existentes tienen como finalidad aprovechar las cualidades con que esta planta cuenta para cumplir funciones de regulación de caudales, siendo utilizada en la mayor parte de las oportunidades para proteger los cultivos de caña de azúcar tan comunes en ambas provincias (sin ir más lejos, la mayor plantación de bambú del NOA pertenece al Ingenio San Martín de Tabacal en la localidad de Hipólito Irigoyen, pcia. de Salta).

La función de regulador de caudal es tan sólo una entre las innumerables ventajas que el bambú ofrece desde el punto de vista ambiental. Sus tasas de crecimiento insuperadas dentro de la Naturaleza le confieren una ventaja comparativa importante frente a otras maderas a las vez que le permiten aportar niveles de biomasa realmente importantes al medio ambiente convirtiéndose los bambusales en verdaderos pulmones lo cual es de vital importancia en las provincias de Tucumán y Salta que vieron gran parte de sus

bosques autóctonos arrasados en los últimos años para el uso de las tierras para agricultura.

Otra ventaja importante que presenta esta planta es su renovabilidad y sustentabilidad ya que mediante el manejo correcto desde el punto de vista silvicultural se puede lograr bambusales perennes ya que al realizar el corte de la caña se talan únicamente los culmos con la edad requerida para el uso al que se los destinará (en el caso del bambú para construcción el corte se realiza entre los 3 (tres) y 4 (cuatro) años) dejando en pie los tallos más jóvenes a la vez que nacen nuevos tallos del mismo rizoma. Esta ventaja indefectiblemente redundaría en una ventaja de costo frente a otras maderas cuyos bosques no son renovables.

Por otra parte, en lo que concierne a los usos que puede recibir la caña de bambú, puede encontrarse otra ventaja. El total de la caña puede ser aprovechado (desde el follaje hasta el sistema rizomático) para los más variados usos pudiendo incluso dar utilidad a los residuos generados en los procesos de industrialización. Sin embargo hay que tener en cuenta que en la actualidad en la República Argentina, dado el escaso conocimiento que existe sobre la materia, son muy pocas las utilidades que se le da a esta planta más allá de su función de protección de cultivos y algunos proyectos aislados en materia de construcción y fabricación de muebles. Existe, sin lugar a dudas, un camino abierto para el análisis de proyectos que permitan la industrialización del bambú, convirtiéndose en un desafío el análisis de la optimización de los usos dados de tal manera de maximizar los beneficios obtenidos.

En lo que puntualmente concierne a la construcción con caña de bambú son muchas las ventajas existentes a la vez que existen también ciertas desventajas que, de no ser tenidas en cuenta, conducirían al fracaso del sistema constructivo propuesto. En primer lugar, en lo que respecta a los aspectos positivos, quedó demostrado que el uso de estructuras de caña y madera en muros de bahareque y de cubiertas con estructura de caña implica en la actualidad ahorros importantes con respecto al sistema tradicional de construcción. Sin embargo, no hay que perder de vista que aún no existen en Argentina plantaciones de bambú destinadas únicamente a proveer material para construcción lo cual hace que los costos de la caña sean mayores que los esperados en el caso de desarrollar bambusales con este fin. De hecho en los países con experiencia en materia de construcción con bambú, los ahorros son considerablemente más importantes, no sólo por la abundancia de caña, sino también por la prefabricación de los paneles utilizados para las viviendas lo cual permite reducir considerablemente los tiempos de ejecución y por consiguiente los costos de la mano de obra.

Sin dudas la alta relación resistencia-peso que este material posee es lo que hace atractivo su uso en la construcción y lo que le valió la denominación de “acero vegetal”. El bajo peso de las estructuras de la vivienda con el sistema propuesto resulta una

ventaja en materia de resistencia sísmica a la vez que permite ahorros en estructuras resistentes. Esto quedó demostrado con el buen comportamiento mostrado por las estructuras de caña en distintos sismos en variados países. El bajo peso acompañado de conceptos de diseño sismo resistente permiten obtener viviendas seguras lo cual se convierte en una ventaja importante en zonas de riesgo sísmico como lo son Salta y Tucumán.

Otra ventaja que provee el sistema de muros de bahareque es su alto nivel de aislación térmica dada tanto por el poliestireno expandido como por la importante capa de aire existente dentro del muro. Esto representa una sustancial ventaja que permite encuadrar este tipo de construcciones en lo que se denomina arquitectura sustentable ya que entre otras cosas genera un importante ahorro de energía. Además vale recordar que, según las últimas Auditorías, es en este punto en el cual las viviendas de FO.NA.VI. presentan las mayores deficiencias dado que se construyen muros con materiales inadecuados y con espesores inferiores a los necesarios para proveer buena aislación térmica.

En lo que respecta a las desventajas con que este material cuenta, la más importante de ellas es que en la actualidad aún no posee las certificaciones de aptitud técnica (que entrega la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda) y de sismo resistencia (que entrega el Instituto Nacional de Prevención Sísmica). Esto coarta la posibilidad de que el bambú sea utilizado en obras públicas para las cuales estas certificaciones son obligatorias. La razón por la cual el bambú no cuenta con estas certificaciones a nivel nacional es simplemente el desconocimiento reinante en torno al material y el hecho de que nadie se haya encargado de encarar los procesos de certificación. Igualmente existe en la actualidad voluntad por parte de la gente de la empresa La Bambú de iniciar los trámites por lo cual ésta dejaría de ser una desventaja para el material.

Otro aspecto negativo de utilizar los culmos cortados en construcción es que resulta imposible estandarizar el material por el hecho de que es un material natural y no industrial. Las características físicas y de resistencia variarán de una caña a otra e inclusive en la misma caña. Sin embargo a partir de estudios probabilísticos se pueden estudiar las distribuciones de las distintas propiedades pudiendo, mediante la utilización de coeficientes de seguridad importantes, subsanar esta falta de estándares. Por otra parte existen algunos recaudos a tener en cuenta para el uso del bambú. En primer lugar debe considerarse el tratamiento de inmunización del mismo pues en caso de no realizarse la caña de bambú permanecería proclive al ataque de los insectos xilófagos generándose niveles de deterioro importantes. El otro agente de deterioro importante es la humedad por lo cual en todo proyecto en el cual se utiliza caña de bambú debe evitarse el contacto con la misma y, en la medida de lo posible, debería tenderse a que la caña no quede bajo ningún punto de vista sin recubrimiento.

Como puede observarse son muchas las ventajas que esta planta ofrece desde variados puntos de vista y las desventajas que presenta fundamentalmente en su uso en la construcción puede ser subsanadas mediante conceptos de diseño. Esto convierte al bambú en una opción constructiva y económicamente viable convirtiéndose en una opción más que válida en zonas de climas aptos para su desarrollo. Es por esto que sería recomendable ahondar en el estudio de esta planta pues como se desprende de la presente investigación su desarrollo actualmente está limitado en nuestro país por el desconocimiento reinante y la falta de proyectos que busquen alternativas viables que permitan generar inclusión social y reducir los niveles de déficit habitacional.

BIBLIOGRAFÍA

Arriada Luco C. (Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE)-División de Población). 2003. La dinámica demográfica y el sector habitacional en América Latina. <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/5/11995/lc11843-P.pdf> Página vigente al 15/10/08

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Manual para la construcción Sismo Resistente de Viviendas de uno y dos pisos de Bahareque Encementado. http://www.desenredando.org/public/libros/2001/csrve/guadua_lared.pdf. Página vigente al 15/10/08

Banco Mundial. 1993. Vivienda. Un entorno propicio para el mercado habitacional. <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2005/09/08/00001200920050908110133/Rendered/PDF/118201rev0pdf.pdf> Página vigente al 15/10/08

Bárbaro G. 2007. La biónica del Bambú. Bricojardinería & paisajismo: Revista profesional de distribución en horticultura ornamental y jardinería. N° 149. Págs. 12-21 <http://www.green-box-design.com/bambu-2.pdf> Página vigente al 15/10/08

Bejarano López R. Metodología para la construcción de vivienda utilizando como material principal el bambú. Publicación del Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico para el Fomento de Producción y Financiamiento de Vivienda y el Crecimiento de l Sector Habitacional. <http://estadistica.sdr.gob.mx/sisrep/documentos/docs/450148.235.138.520-08-2007MANUAL%20DE%20CONSTRUCCION%20DE%20BAMBU.pdf> Página vigente al 15/10/08

Burgos A. 2003. Revisión de las Técnicas de Preservación del Bambú. Revista Forestal Latina. N° 33. Págs. 11-20 <http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/forestallatinoamericana/vol18num1/articulo2.pdf> Página vigente al 15/10/08

Caprioli E. 2007. Manual de Construcciones Industriales. Cátedra Construcciones Industriales Instituto Tecnológico Buenos Aires.

Cevallos M.B, Jarma N. Perfil sociodemográfico del noroeste argentino 1991-2001. 2002 http://www.abep.nepo.unicamp.br/site_eventos_alap/PDF/ALAP2004_263.PDF. Página vigente al 15/10/08

Colorado A. 2001. La Guadua Una Maravilla Natural de Grandes Bondades y Promisorio Futuro. Revista El Mueble y La Madera. N° 34 <http://www.revista-mm.com/rev34/guadua.htm>. Página vigente al 15/10/08

Dirección de control de FO.NA.VI. Dirección de Políticas Habitacionales.2005. Auditoría FONAVI y Programas Federales 2005. <http://www.vivienda.gov.ar/docestadisticas.html> Página vigente al 15/10/08

Dirección de Gastos Sociales Consolidados. Ministerio de Economía y Producción. 2000. Evaluación del Fondo Nacional de la Vivienda (FONAVI). Página vigente al 15/10/08 <http://www.mecon.gov.ar/peconomica/basehome/fonavi.pdf>

Fernández R.1994. Los mil y un usos del milenarior bambú. Revista Envío. Número 152 <http://www.envio.org.ni/articulo/884> Página vigente al 15/10/08

Gatani F. 2005. Gestión y tecnología para viviendas. Acerca de tecnologías alternativas. Revista INVI. Universidad de Chile. Año/vol. 20, número 055. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=25805504> Página vigente al 15/10/08

Gilbert A. 2004. La Vivienda en América Latina. Publicaciones del Instituto Interamericano para el Desarrollo Social. <http://indes.iadb.org/pub/I-7UE-Es.pdf> Página vigente al 26/07/08

Iyer S. 2002. Guidelines for building bamboo-reinforced masonry in earthquake prone areas in India. Tesis de Grado. Universidad de Southern California. http://www.usc.edu/dept/architecture/mbs/thesis/thesis_2002/shreemathi%20iyer..pdf Página vigente al 15/10/08

Janssen J.J.A. 1982. Bamboo in building structures. Tesis de Doctorado. Eindhoven University of Tecnology <http://alexandria.tue.nl/extra3/proefschrift/PRF3B/8104676.pdf> Página vigente al 26/07/08

Jayanetti L. 2003. Seismic testing of a bamboo based building system. Publicación del INBAR. http://www.inbar.int/Econo_devep/proceeding/Pa-Lionel-Seismic%20Testing%20of%20a%20Bamboo-based%20Building%20System.pdf Página vigente al 15/10/08

Kaushik H.B.; Dasgupta K.; Sahoo D.R.; Kharel G. 2006. Performance of structures during the Sikkim earthquake of 14 February 2006. Revista Current Science. <http://www.ias.ac.in/currsci/aug252006/449.pdf>. Página vigente al 15/10/08

López J.F. 2003. La política Federal de Vivienda. Ponencia en el Seminario Iberoamericano de Políticas de Vivienda en San Miguel de Tucumán. <http://www.politicadevivienda.com.ar/ponencias/PLopez.doc> Página vigente al 15/10/08

Martínez de Jiménez L.M. 2004. Evaluación de la situación habitacional y de la política de Vivienda desarrollada en los últimos años. Nuevos programas de vivienda. Publicaciones de Instituto de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales. Colección año VII. N° 11 <http://www.uca.edu.ar/esp/sec-fpoliticadevivienda/esp/docs-publicaciones/coleccion/n11/jimenez.pdf> Página vigente al 15/10/08

Maggiorani A.1995. Alternativas de uso del bambú. Revista FONAIAP Divulga. N°49. <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd49/bambu.htm> Página vigente al 15/10/08

Mott R. ; González y Pozo, V. 2006. Diseño de Elementos de Máquina. 866 páginas. Editorial Pearson Educación ISBN 9702608120, 9789702608127

Naciones Unidas. 1991. Observación General N.º 4 sobre el derecho a una vivienda adecuada. http://www.idhc.org/esp/documents/Agua/ObservacionGeneral_N_4.pdf. Página vigente al 15/10/08

Pantoja Trujillo N.; Acuña Jiménez D. 2005. Resistencia al corte paralelo a la fibra de la Guadua Angustifolia. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.diplomadoguadua.com/documentos/08.pdf> Página vigente al 15/10/08

Presidencia de la Nación. Ministerio de Economía y Producción. 2008. Resumen Presupuesto Nacional 2008 <http://www.mecon.gov.ar/onp/html/presupresumen/resum08.pdf> Página vigente al 15/10/08

Rodríguez M.C. Descentralización de la política habitacional: consideraciones sobre las reconfiguraciones de las relaciones estado-mercado en el nivel local a partir de dos estudios de caso. Publicación del Centro de Estudios Avanzados de la Universidad de Buenos Aires http://www.naya.org.ar/congresos/contenido/cea_2/14.htm Página vigente al 15/10/08

Rodríguez Gutiérrez N. Martín Dill W.O..2005. Valorar la utilización del bambú “Guadua Angustifolia” en la construcción de viviendas en la Zona Atlántica de Costa Rica. Tesis de grado. Universidad Earth. <http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Tesis/Valorar%20la%20utilizacion%20del%20Bamb%C3%BA.pdf>. Página vigente al 15/10/08

Rodríguez Romo J.C. El Bambú como Material de Construcción. Nota de Divulgación. Instituto Tecnológico de Aguscalientes.

Salas Delgado E. 2006 .Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia. Simón Vélez: “Símbolo y búsqueda de lo primitivo”. Tesis de doctorado Universidad Politécnica de Cataluña. <http://www.tesisexarxa.net/TDX-0205108-154624/index.html#documents> Página vigente al 15/10/08

Saleme, H. ; Moeykens, A. M. y Gramajo P. La Vivienda: Ecología, Sustentabilidad y Desarrollo <http://www.herrera.unt.edu.ar/revistacet/avances/avance05.pdf> Página vigente al 15/10/08

Sánchez L.C. 2002. FONAVI La perspectiva del cambio. Una mirada desde el destinatario. Comunicaciones científicas y Tecnológicas de la Universidad del Nordeste. <http://www1.unne.edu.ar/cyt/2002/01-Sociales/S-049.pdf> Página vigente al 15/10/08

Seminario Iberoamericano de Políticas de Vivienda. 2003. Conclusiones del Seminario Iberoamericano de Políticas de Vivienda. <http://www.politicadevivienda.com.ar/conclusiones.htm> Página vigente al 15/10/08

Silva M.F.; López L.F. Comportamiento sismo resistente de estructuras en bahareque. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. <http://www.bambubrasileiro.com/arquivos/Comportamiento%20Sismico%20Bahareque%20-%20Silva%20y%20L%F3pez.pdf> Página vigente al 15/10/08

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación. Estándares mínimos de calidad.2000http://www.vivienda.gov.ar/documentos/legislacion_y_normativa/estandar_esminimos.pdf Página vigente al 15/10/08

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación y Universidad de Quilmes.2007. Proyecto Indicadores y Aplicación de Información sobre Vivienda en Argentina. La Situación Habitacional en Argentina Año 2001. TOTAL PAÍS. <http://www.vivienda.gov.ar/unqui/situacionhabitacional01.html> Página vigente al 15/10/08

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación y Universidad de Quilmes.2007. Proyecto Indicadores y Aplicación de Información sobre Vivienda en Argentina. La Situación Habitacional en Argentina Año 2001.PROVINCIA DE SALTA. <http://www.vivienda.gov.ar/unqui/situacionhabitacional01.html> Página vigente al 15/10/08

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación y Universidad de Quilmes. 2007. Proyecto Indicadores y Aplicación de Información sobre Vivienda en Argentina. La Situación Habitacional en Argentina Año 2001. PROVINCIA DE TUCUMÁN. <http://www.vivienda.gov.ar/unqui/situacionhabitacional01.html> Página vigente al 15/10/08

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación. 2008. Informe de avance de obras Programa Federal de Construcción de Viviendas. Página vigente al 15/10/08 <http://www.vivienda.gov.ar/construccion/avance.html>

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación. 2008. Informe de avance de obras Programa Federal de Solidaridad Habitacional. Página vigente al 15/10/08 <http://www.vivienda.gov.ar/solidaridad/avance.html>

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación. 2008. Informe de avance de obras Programa de Federal de Mejoramiento de Viviendas Mejor Vivir. Página vigente al 15/10/08 <http://www.vivienda.gov.ar/mejorvivir/avance.html>

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación. 2008. Convenio Marco Programa de Federal de Mejoramiento de Viviendas Mejor Vivir. Página vigente al 15/10/08 <http://www.vivienda.gov.ar/reactivacion/normativa.html>

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación. 2008. Convenio Marco Programa de Federal de Mejoramiento de Viviendas Mejor Vivir. Página vigente al 15/10/08 <http://www.vivienda.gov.ar/reactivacion/normativa.html>

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación. 2008. Convenio Marco Programa Federal de Construcción de Viviendas. <http://www.vivienda.gov.ar/construccion/normativa.html> Página vigente al 15/10/08

Takeuchi Tam C. P.; González C.E. 2007. Resistencia a la Compresión Paralela a la Fibra de la Guadua Angustifolia y Determinación del Módulo de Elasticidad. Revista Ingeniería y Universidad, enero-junio, año/vol. 11, N° 001. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/477/47711106.pdf> Página vigente al 15/10/08

Valero S.; Contreras W. 2005. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del Bambú (*Bambusa Vulgaris*), de tres años Tres Años de Edad y Proveniente de las Plantaciones Ubicadas en la Ribera de la Margen Derecha del Río Chama, Municipio Francisco Javier Pulgar, Estado Zulia, Venezuela. Revista Forestal Latina N° 37 <http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/forestallatinoamericana/vol20/num1/articulo5.pdf> Página vigente al 15/10/08

Vidal Gutiérrez Lozano J.; Gómez Barrera R. 2002. Diseño y elaboración a escala natural de armaduras en Guadua Angustifolia. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. www.diplomadoguadua.com/documentos/tesis/00.pdf. Página vigente al 15/10/08

Villegas, Marcelo, Bambusa Guadua, colección La cultura del café, Villegas Editores, Abril de 1996.

Yoshimura K.; Liu L., Croston T., Ma L. 1999 Seismic Strengthening for Low-rise Bamboo-and Masonry-wall Residential Buildings in Colombia. Reportes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Oita (Japón) <http://www.arch.oita-u.ac.jp/a-kou/STRENG-LAB/paper/PDF/colombia-2.pdf> Página vigente al 15/10/08

ANEXO I: Especies de bambú en la República Argentina

A - BAMBÚES INTRODUCIDOS A JUJUY, SALTA y TUCUMÁN (inventario expeditivo del 19/25-10-2006)

1. *Arundinaria japonica* – Salta y Tucumán.
2. *Arundinaria simonii* var. *variegatus* – Salta y Tucumán.
3. *Arundinaria variegata* – Salta y Tucumán.
4. *Bambusa balcooa* - Ingenio Ledesma, Ingenio San Martín del Tabacal (Salta).
5. *Bambusa bambos* – Ingenio Ledesma (Jujuy).
6. *Bambusa blumeana* – Ingenio Ledesma.
7. *Bambusa multiplex* – Ingenio Ledesma, EEA Obispo Colombres (Tucumán).
8. *Bambusa multiplex* var. *Golden Goddess* – Ingenio Ledesma.
9. *Bambusa sp.* – Ingenio Ledesma...
10. *Bambusa sp.* - Tafí Viejo (Tucumán).
11. *Bambusa textilis* – Ingenio Ledesma, Orán, Salta y Tucumán.
12. *Bambusa tuldoidea* – Ingenio Ledesma, Orán (Salta) y Tucumán.
13. *Bambusa ventricosa* – Salta.
14. *Bambusa vulgaris* cv. *Wamin* – Vivero Ing. Carlos Suárez (Orán), Ingenio Ledesma y Salta.
15. *Bambusa vulgaris* var. *vittata* – Ingenio Ledesma, Salta, Tucumán.
16. *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* – Ingenio Ledesma, Salta, Tucumán.
17. *Dendrocalamus asper* – Parque Nacional Iguazú y San Ignacio (Misiones), Facultad de Arquitectura (Tucumán).
18. *Dendrocalamus latiflorus* – Tafí Viejo (Tucumán).
19. *Guadua angustifolia* – Vivero Ing. Carlos Suárez (Orán), INTA-Famailá y Facultad de Arquitectura (Tucumán).
20. *Guadua chacoensis* – Ingenio Ledesma, Orán, y Facultad de Arquitectura (Tucumán).
21. *Phyllostachys aurea* – Ingenio Ledesma, Ingenio San Martín del Tabacal, Jujuy, Salta, Tucumán.
22. *Phyllostachys bambusoides* – Salta.
23. *Phyllostachys heterocycla* var. *pubescens* – Ingenio Ledesma, Villa Nougues (Tucumán), y Río Cuarto (Córdoba).
24. *Phyllostachys nigra* – Salta y Tucumán.

B - BAMBÚES NATIVOS LEÑOSOS

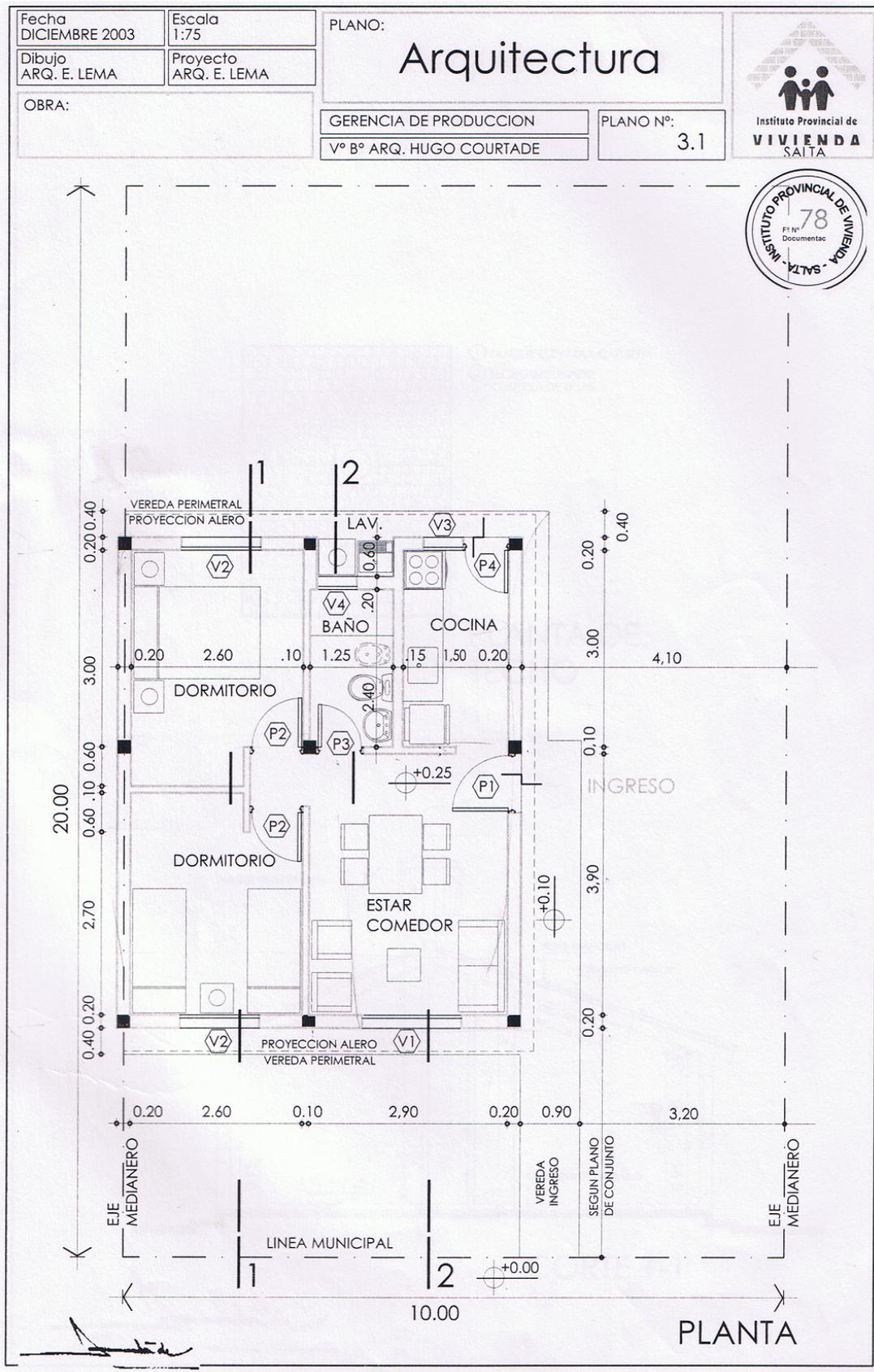
1. *Chusquea andina* R.A. Philippi – Chubut, Neuquén y Río Negro.
2. *Chusquea culeou* E. Desvaux – Chubut, Neuquén y Río Negro.
3. *Chusquea deficiens* Parodi – Salta (endémica).
4. *Chusquea lorentziana* Griseb. – Catamarca, Jujuy, Salta y Tucumán.
5. *Chusquea montana* Phil. – Neuquén y Río Negro.

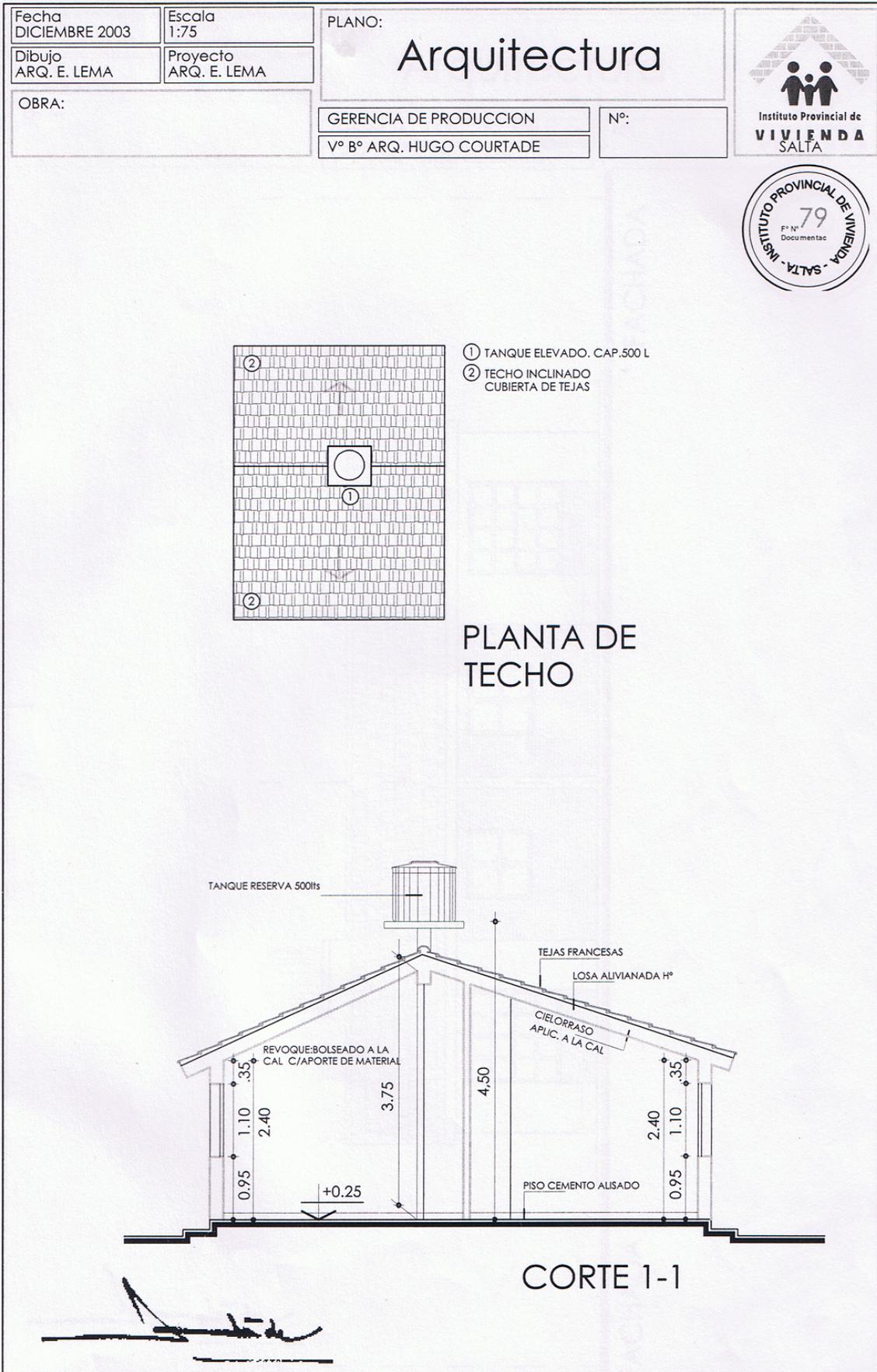
6. *Chusquea ramosissima* Lindm. – Misiones.
7. *Chusquea sp.* – Jujuy y Salta.
8. *Chusquea tenella* Nees – Misiones.
9. *Chusquea valdiviensis* Desv. – Neuquén y Río Negro.
10. *Colantheia rhizantha* (Hackel) McClure – Misiones.
11. *Guadua chacoensis* (Rojas Acosta) Londoño & P. Peterson – Chaco, Corrientes, y Misiones.
12. *Guadua paniculata* Munro – Misiones.
13. *Guadua paraguayana* Döll – Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa y Santa Fe.
14. *Guadua trinii* (Nees) Nees & Rupr. – Buenos Aires, Corrientes, Entre Ríos y Misiones.
15. *Merostachys clausenii* Munro – Misiones.
16. *Merostachys multiramea* Hack. – Misiones.
17. *Rhipidocladum neumannii* Sulekic, Rúgolo & Clark – Jujuy, Salta y Tucumán.
18. *Rhipidocladum racemiflorum* (Steudel) McClure – Salta y Tucumán.

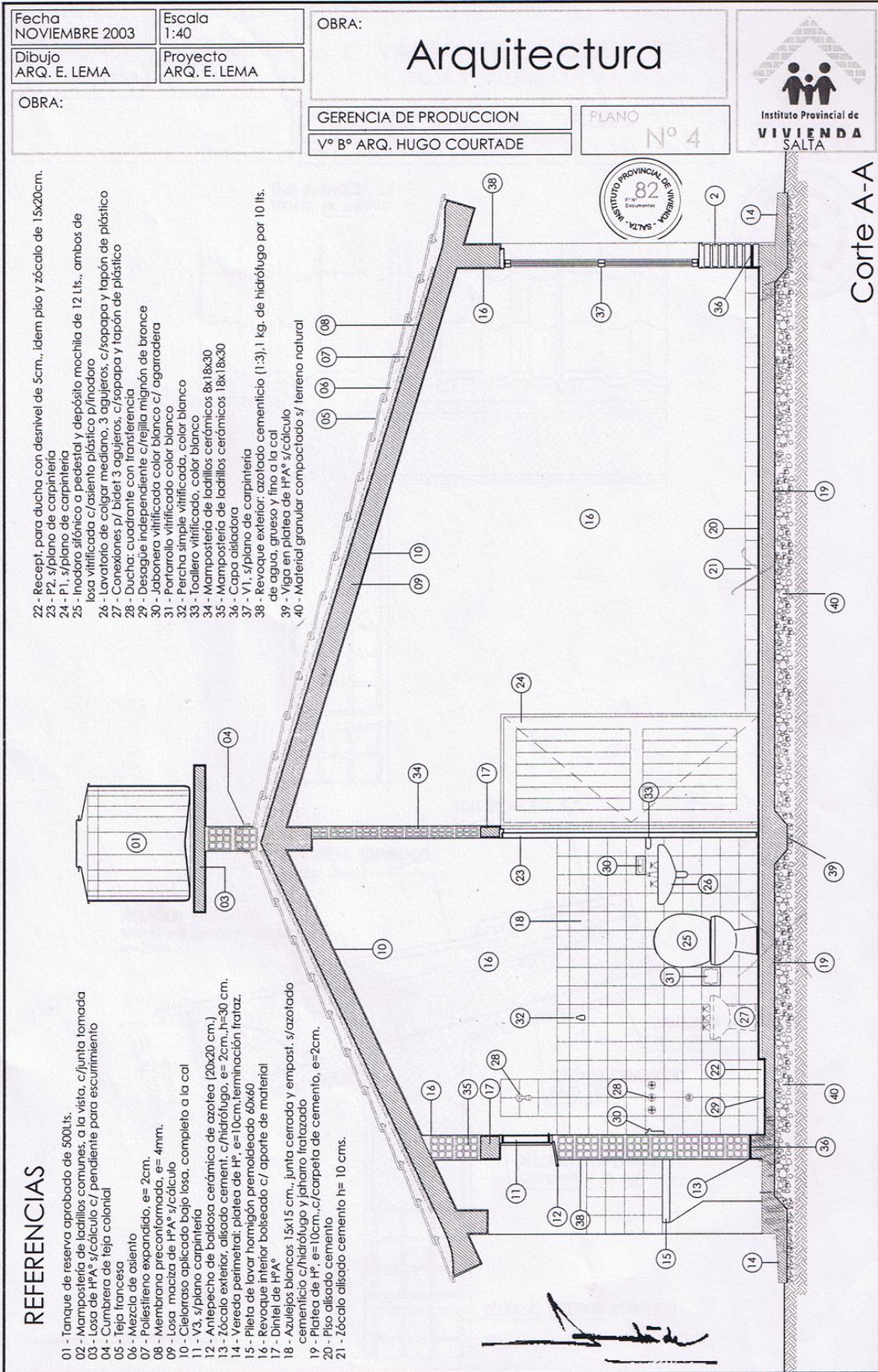
C - BAMBUES NATIVOS HERBÁCEOS

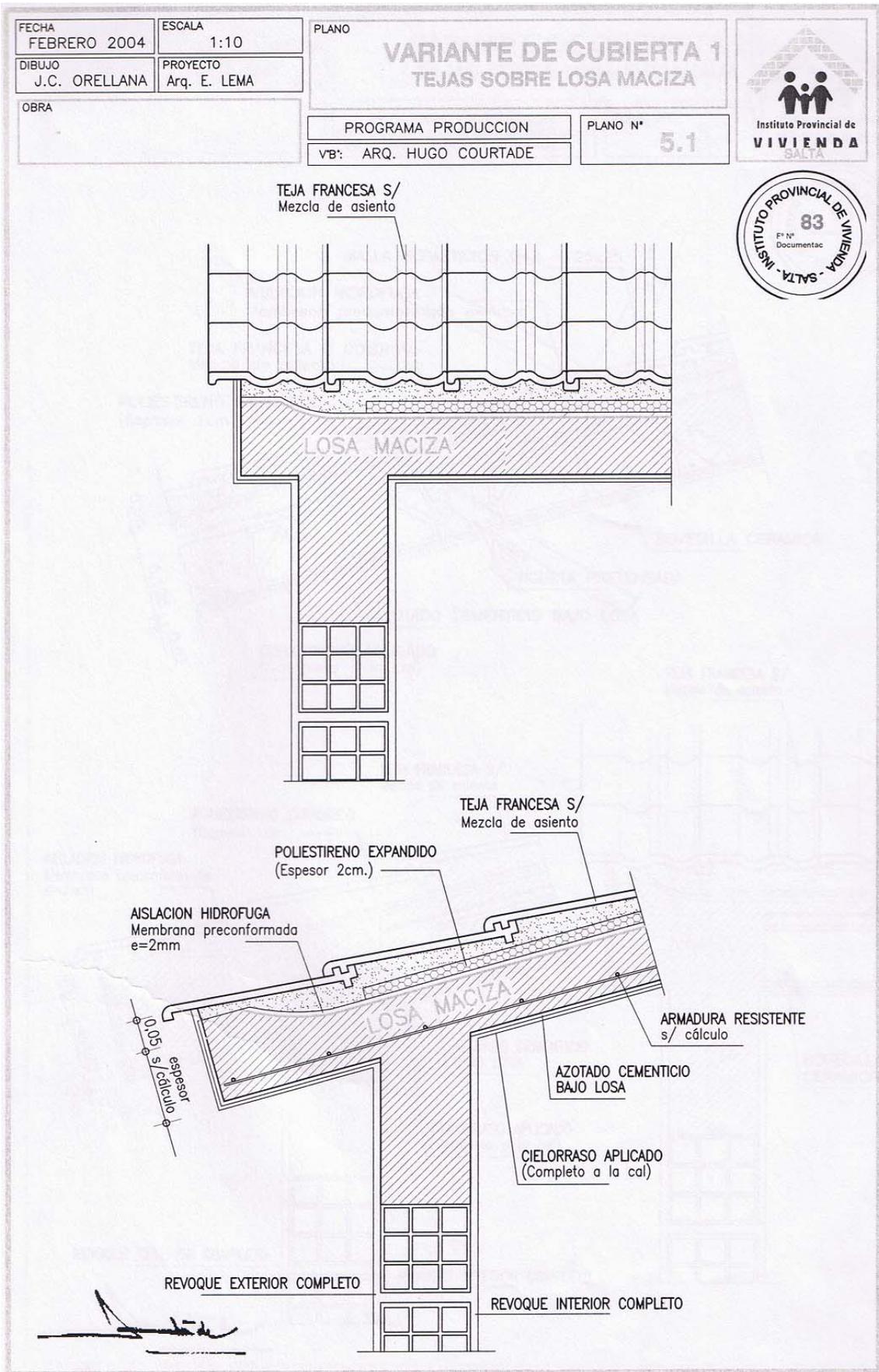
1. *Lithachne pauciflora* (Sw.) F. Beauv. – Chaco, Corrientes, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta y Santa Fe.
2. *Olyra ciliatifolia* Raddi – Corrientes y Misiones.
3. *Olyra fasciculata* Trin. – Salta y Tucumán. Ornamental.
4. *Olyra humilis* Nees – Corrientes y Misiones.
5. *Olyra latifolia* L. – Corrientes y Misiones. Ornamental.
6. *Olyra micrantha* H.B.K. – Misiones.

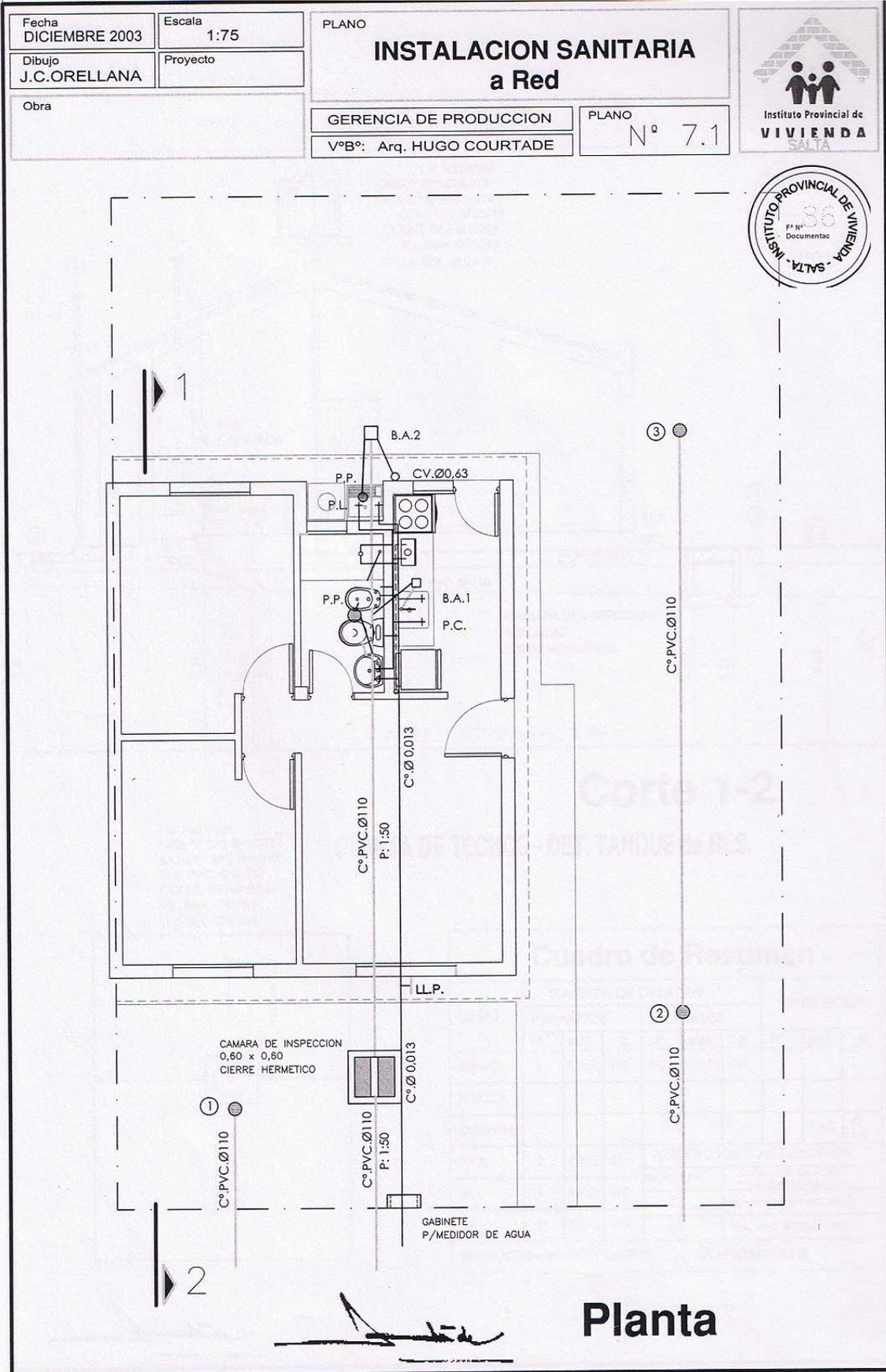
ANEXO II: Planos Vivienda FONAVI. IPV Salta

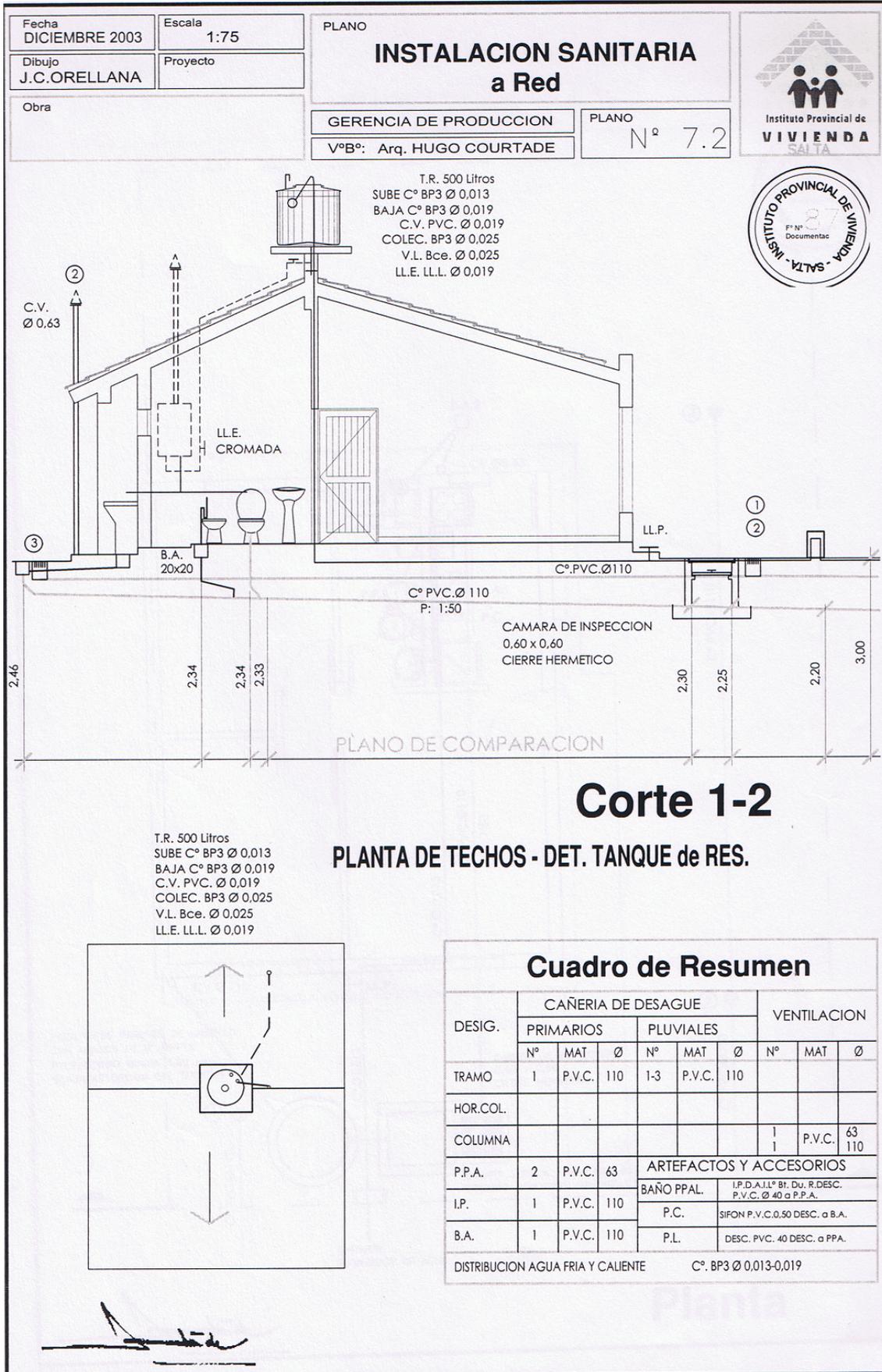




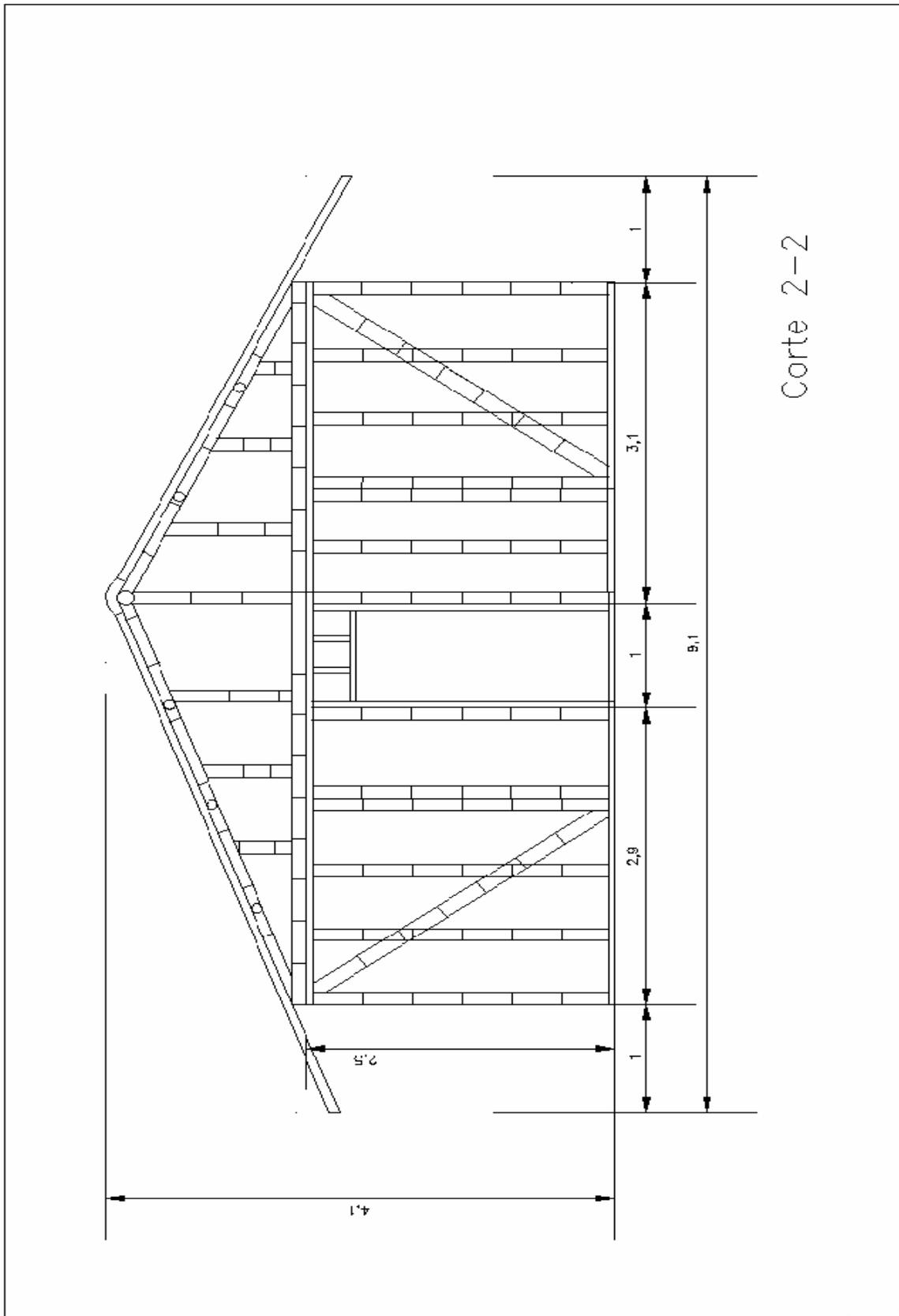


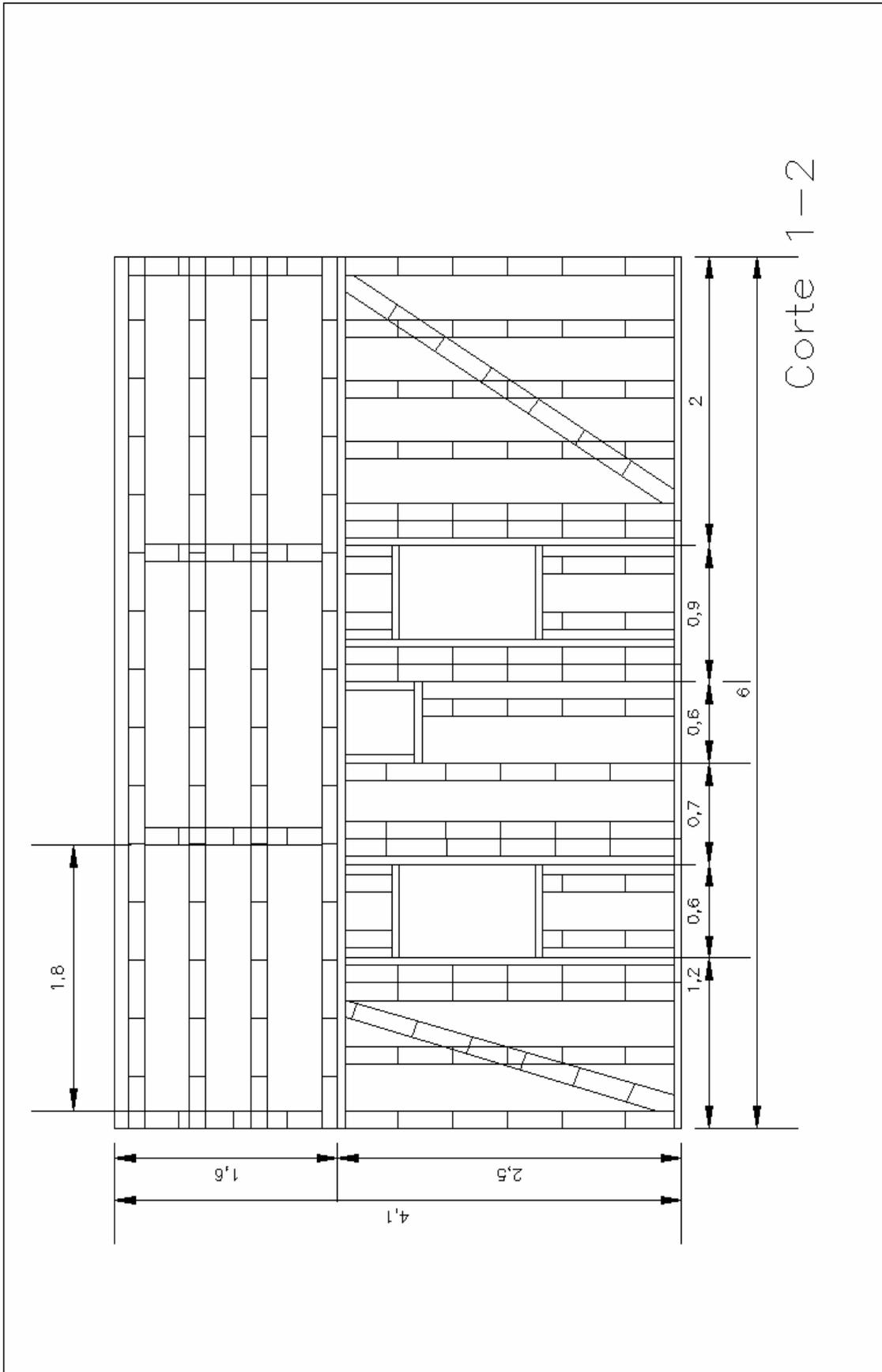


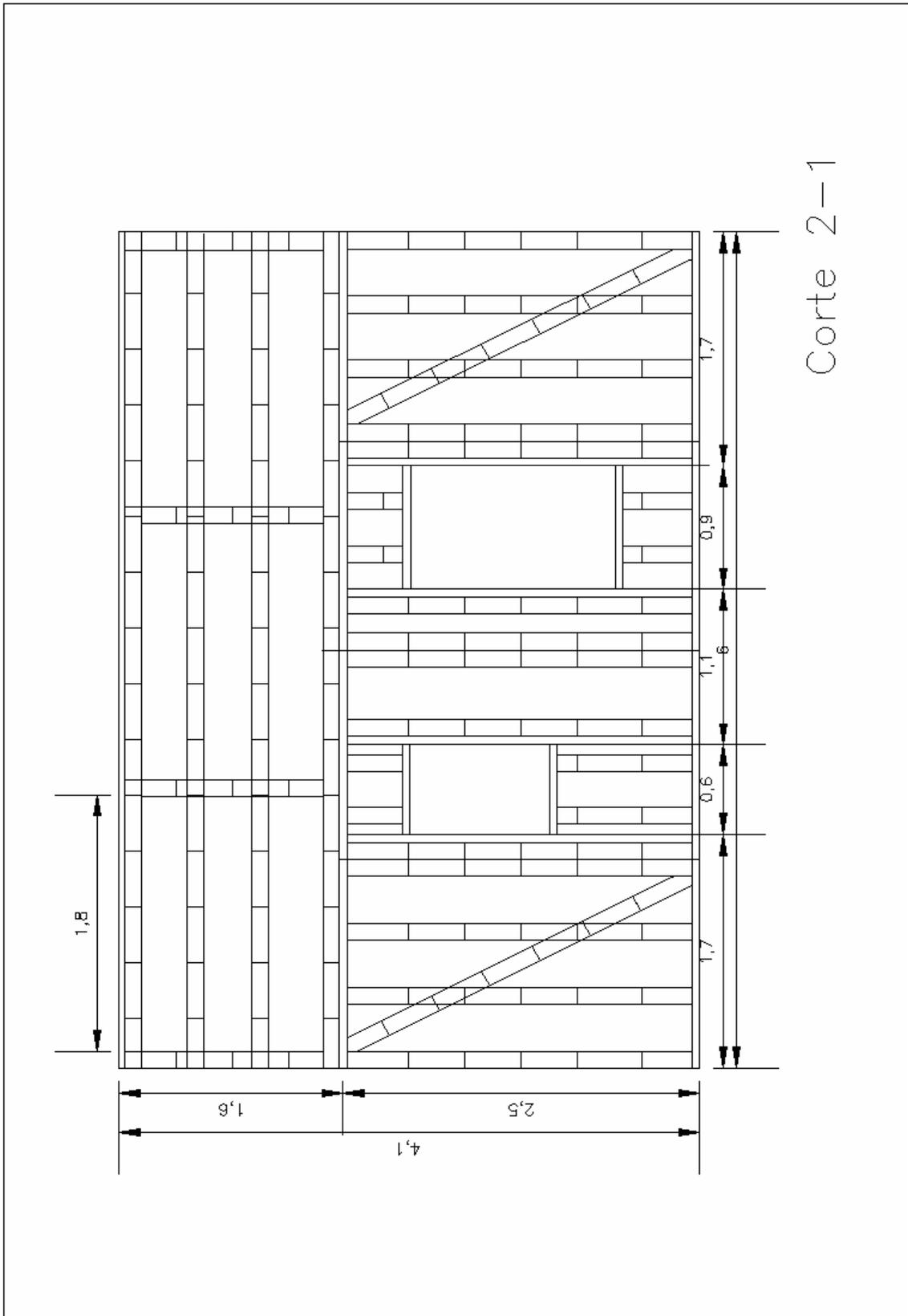




ANEXO III: Estructura de caña y madera







ANEXO IV: Costos unitarios por ítem sistema tradicional

LIMPIEZA, NIVELACION Y REPLANTEO (Viv.)				
MANO DE OBRA				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Oficial	Hs.	7,68	\$ 16,28	\$ 125,03
Ayudante	Hs.	8,00	\$ 13,95	\$ 111,60
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 236,63
TOTAL LIMPIEZA, NIVELACION Y REPLANTEO				\$ 236,63

EXCAVACION DE ZANJAS (M3)				
MANO DE OBRA				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Oficial	Hs.	0,48	\$ 16,28	\$ 7,81
Ayudante	Hs.	3,50	\$ 13,95	\$ 48,83
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 56,64
TOTAL M3 EXCAVACION DE ZANJAS				\$ 56,64

TERRAPLENAMIENTO (M3)				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Ripio p/ nivelacion	m3	1,50	\$ 27,00	\$ 40,50
TOTAL MATERIALES				\$ 40,50
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,48	\$ 16,28	\$ 7,81
Ayudante	Hs.	1,00	\$ 13,95	\$ 13,95
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 21,76
TOTAL M3 TERRAPLENAMIENTO				\$ 62,26

HORMIGON DE LIMPIEZA B/FUNDACION M2.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg.	10,00	\$ 0,37	\$ 3,70
Ripio lavado	m3	0,04	\$ 27,00	\$ 0,95
Árena gruesa	m3.	0,03	\$ 27,00	\$ 0,81
TOTAL MATERIALES				\$ 5,45
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,24	\$ 16,28	\$ 3,91
Ayudante	Hs.	0,43	\$ 13,95	\$ 6,03
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 9,93
TOTAL M2 HORMIGON DE LIMPIEZA B/FUNDACION				\$ 15,39

BASE AISLADA (M3)				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Hierro mejorado de 10 mm.	kg	59,00	\$ 3,10	\$ 182,87
Cemento Portland	kg	250,00	\$ 0,37	\$ 92,48
Ripio zarandeado #3	m3	0,70	\$ 27,00	\$ 18,90
Árena gruesa	m3	0,60	\$ 27,00	\$ 16,20
TOTAL MATERIALES				\$ 310,45
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	13,82	\$ 16,28	\$ 225,05
Ayudante	Hs.	5,76	\$ 13,95	\$ 80,35
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 305,41
TOTAL M3 BASE AISLADA				\$ 615,86

VIGAS DE FUNDACION M3				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg.	300,00	\$ 0,37	\$ 110,97
Hierro	Kg.	80,00	\$ 3,10	\$ 247,97
Arena gruesa	m3.	0,60	\$ 27,00	\$ 16,20
Ripio lavado	m3.	0,70	\$ 27,00	\$ 18,90
Madera plencofrar	m2.	1,50	\$ 30,03	\$ 45,05
Alambre y clavos	Kg.	1,50	\$ 4,52	\$ 6,78
TOTAL MATERIALES				\$ 445,86
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	15,36	\$ 16,28	\$ 250,06
Ayudante	Hs.	11,52	\$ 13,95	\$ 160,70
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 410,76
TOTAL M3 VIGAS DE FUNDACION				\$ 856,62

COLUMNAS RESISTENTES M3				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg.	315,00	\$ 0,37	\$ 116,52
Hierro	Kg.	149,00	\$ 3,10	\$ 461,84
Arena gruesa	m3.	0,60	\$ 27,00	\$ 16,20
Ripio lavado	m3.	0,70	\$ 27,00	\$ 18,90
Madera plencofrar	m2.	2,60	\$ 30,03	\$ 78,08
Alambre y clavos	Kg.	2,80	\$ 4,52	\$ 12,65
TOTAL MATERIALES				\$ 704,18
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	24,00	\$ 16,28	\$ 390,72
Ayudante	Hs.	11,81	\$ 13,95	\$ 164,72
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 555,44
TOTAL M3 COLUMNAS RESISTENTES				\$ 1.259,62

COLUMNAS Y VIGAS DE ENCADENADO M3				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg.	300,00	\$ 0,37	\$ 110,97
Hierro	Kg.	134,00	\$ 3,10	\$ 415,34
Arena gruesa	m3.	0,60	\$ 27,00	\$ 16,20
Ripio lavado	m3.	0,70	\$ 27,00	\$ 18,90
Madera plencofrar	m2.	3,00	\$ 30,03	\$ 90,09
Alambre y clavos	Kg.	1,50	\$ 4,52	\$ 6,78
TOTAL MATERIALES				\$ 658,28
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	24,77	\$ 16,28	\$ 403,22
Ayudante	Hs.	15,36	\$ 13,95	\$ 214,27
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 617,50
TOTAL M3 COLUMNAS Y VIGAS DE ENCADENADO				\$ 1.275,77

VIGAS RESISTENTES M3				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg.	310,00	\$ 0,37	\$ 114,67
Hierro	Kg.	132,00	\$ 3,10	\$ 409,14
Arena gruesa	m3.	0,60	\$ 27,00	\$ 16,20
Ripio lavado	m3.	0,70	\$ 27,00	\$ 18,90
Madera plencofrar	m2	2,00	\$ 30,03	\$ 60,06
Alambre y clavos	Kg.	3,00	\$ 4,52	\$ 13,55
TOTAL MATERIALES				\$ 632,53
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	25,63	\$ 16,28	\$ 417,29
Ayudante	Hs.	10,56	\$ 13,95	\$ 147,31
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 564,60
TOTAL M3 VIGAS RESISTENTES				\$ 1.197,13

LOSA MACIZA p/TANQUE DE AGUA M3				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg.	300,00	\$ 0,37	\$ 110,97
Hierro	Kg.	79,00	\$ 3,10	\$ 244,87
Arena gruesa	m3.	0,60	\$ 27,00	\$ 16,20
Ripio lavado	m3.	0,70	\$ 27,00	\$ 18,90
Madera plencofrar	m2	3,40	\$ 30,03	\$ 102,10
Alambre y clavos	Kg.	2,00	\$ 4,52	\$ 9,04
TOTAL MATERIALES				\$ 502,07
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	14,40	\$ 16,28	\$ 234,43
Ayudante	Hs.	14,59	\$ 13,95	\$ 203,56
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 437,99
TOTAL M3 LOSA MACIZA p/TANQUE DE AGUA				\$ 940,06

LOSA MACIZA e: 10 cm M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg.	30,00	\$ 0,37	\$ 11,10
Hierro	Kg.	4,50	\$ 3,10	\$ 13,95
Arena gruesa	m3	0,06	\$ 27,00	\$ 1,62
Ripio lavado	m3	0,07	\$ 27,00	\$ 1,89
Madera plencofrar-fenolico 18 mm	m2	0,22	\$ 31,16	\$ 6,85
Tirantes y soleras 3x3	ml	1,60	\$ 5,65	\$ 9,03
TOTAL MATERIALES				\$ 44,44
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	2,11	\$ 16,28	\$ 34,38
Ayudante	Hs.	0,96	\$ 13,95	\$ 13,39
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 47,78
TOTAL M2 LOSA MACIZA e: 10 cm				\$ 92,22

CAPA AISLADORA M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg	8,00	\$ 0,37	\$ 2,96
Arena gruesa	m3	0,03	\$ 27,00	\$ 0,81
Hidrofugo	lt	0,25	\$ 1,32	\$ 0,33
Plastico 100 mic	m2	1,05	\$ 1,06	\$ 1,11
Pintura asfaltica	lt	0,40	\$ 5,21	\$ 2,08
TOTAL MATERIALES				\$ 7,29
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,29	\$ 16,28	\$ 4,69
Ayudante	Hs.	0,58	\$ 13,95	\$ 8,04
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 12,72
TOTAL M2 CAPA AISLADORA				\$ 20,02

MAMPOSTERIA 0,12 m M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Ladrillo ceramico 12x18x30	Nro	17,00	\$ 1,10	\$ 18,70
Cemento	Kg	4,50	\$ 0,37	\$ 1,66
Cal viva	m3	0,0080	\$ 390,00	\$ 3,12
Arena	m3	0,02	\$ 27,00	\$ 0,54
TOTAL MATERIALES				\$ 24,02
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,96	\$ 16,28	\$ 15,63
Ayudante	Hs.	0,58	\$ 13,95	\$ 8,04
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 23,66
SUBTOTAL M2 MAMPOSTERIA 0,12 m				\$ 47,69
GASTOS ADICIONALES				
GS.GRALES Y FLETE	%	10%		\$ 4,77
TOTAL GASTOS ADICIONALES				\$ 4,77
TOTAL M2 MAMPOSTERIA 0,12 m				\$ 52,46

MAMPOSTERIA LADRILLO COMUN ADOBON M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Ladrillo común	Nro	44,00	\$ 0,55	\$ 24,20
Cemento	Kg	5,50	\$ 0,37	\$ 2,03
Cal viva	m3	0,0090	\$ 390,00	\$ 3,51
Arena	m3	0,03	\$ 27,00	\$ 0,68
TOTAL MATERIALES				\$ 30,42
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	1,44	\$ 16,28	\$ 23,44
Ayudante	Hs.	0,58	\$ 13,95	\$ 8,04
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 31,48
SUBTOTAL M2 MAMPOSTERIA LADRILLO COMUN ADOBON M2				\$ 61,90
GASTOS ADICIONALES				
GS.GRALES Y FLETE	%	10%		\$ 6,19
TOTAL GASTOS ADICIONALES				\$ 6,19
TOTAL M2 MAMPOSTERIA LADRILLO COMUN ADOBON M2				\$ 68,09

AISLACION HIDROFUGA EN CUBIERTA M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Asfalto	lt	2,00	\$ 5,21	\$ 10,41
Telgopor 20mm.	m2	1,05	\$ 4,46	\$ 4,69
Membrana asfáltica	m2	1,05	\$ 5,49	\$ 5,76
TOTAL MATERIALES				\$ 20,86
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,10	\$ 16,28	\$ 1,56
Ayudante	Hs.	0,29	\$ 13,95	\$ 4,02
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 5,58
TOTAL M2 AISLACION HIDROFUGA EN CUBIERTA				\$ 26,44

TEJA CERAMICA EN CUBIERTA M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Teja francesa	Nro	15,00	\$ 1,15	\$ 17,25
Cemento	Kg	4,00	\$ 0,37	\$ 1,48
Cal	m3	0,02	\$ 390,00	\$ 5,85
Arena gruesa	m3	0,05	\$ 27,00	\$ 1,22
TOTAL MATERIALES				\$ 25,79
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,96	\$ 16,28	\$ 15,63
Ayudante	Hs.	0,77	\$ 13,95	\$ 10,71
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 26,34
TOTAL M2 TEJA CERAMICA EN CUBIERTA				\$ 52,14

CIELORRASO BAJO LOSA M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	kg	3,00	\$ 0,37	\$ 1,11
Cal	Kg	0,01	\$ 390,00	\$ 3,90
Arena gruesa	m3	0,03	\$ 27,00	\$ 0,81
TOTAL MATERIALES				\$ 5,82
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,86	\$ 16,28	\$ 14,07
Ayudante	Hs.	0,38	\$ 13,95	\$ 5,36
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 19,42
TOTAL M2 CIELORRASO BAJO LOSA				\$ 25,24

REVOQUE EXTERIOR M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg	3,00	\$ 0,37	\$ 1,11
Arena	m3	0,03	\$ 27,00	\$ 0,81
Cal	m3	0,01	\$ 390,00	\$ 3,12
Hidrofugo	lt	0,13	\$ 1,32	\$ 0,17
TOTAL MATERIALES				\$ 5,21
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,90	\$ 16,28	\$ 14,65
Ayudante	Hs.	0,40	\$ 13,95	\$ 5,58
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 20,23
TOTAL M2 REVOQUE EXTERIOR				\$ 25,44

REVOQUE INTERIOR M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg	1,70	\$ 0,37	\$ 0,63
Arena	m3	0,03	\$ 27,00	\$ 0,68
Cal	m3	0,01	\$ 390,00	\$ 2,73
TOTAL MATERIALES				\$ 4,03
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,86	\$ 16,28	\$ 14,07
Ayudante	Hs.	0,34	\$ 13,95	\$ 4,69
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 18,75
TOTAL M2 REVOQUE INTERIOR				\$ 22,79

CONTRAPISO s/TERRENO NATURAL M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg	4,00	\$ 0,37	\$ 1,48
Arena	m3	0,07	\$ 27,00	\$ 1,89
Cal	m3	0,02	\$ 390,00	\$ 5,85
Ripio lavado	m3	0,08	\$ 27,00	\$ 2,16
TOTAL MATERIALES				\$ 11,38
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,40	\$ 16,28	\$ 6,51
Ayudante	Hs.	0,30	\$ 13,95	\$ 4,19
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 10,70
TOTAL M2 CONTRAPISO s/TERRENO NATURAL				\$ 22,08

CARPETA DE CEMENTO M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg	4,00	\$ 0,37	\$ 1,48
Arena	m3	0,02	\$ 27,00	\$ 0,54
TOTAL MATERIALES				\$ 2,02
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,29	\$ 16,28	\$ 4,69
Ayudante	Hs.	0,19	\$ 13,95	\$ 2,68
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 7,37
TOTAL M2 CARPETA DE CEMENTO				\$ 9,39

PISO DE CERÁMICO M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cerámico esmaltado 20x20	m2	1,05	\$ 20,17	\$ 21,18
Pegamento	kg	3,50	\$ 0,54	\$ 1,90
Pastina	kg	0,20	\$ 2,50	\$ 0,50
TOTAL MATERIALES				\$ 23,58
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,77	\$ 16,28	\$ 12,50
Ayudante	Hs.	0,29	\$ 13,95	\$ 4,02
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 16,52
TOTAL M2 PISO DE CERÁMICO				\$ 40,10

ZOCALO EXTERIOR DE CEMENTO ML				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg	3,10	\$ 0,37	\$ 1,15
Arena	m3	0,02	\$ 27,00	\$ 0,54
Hidrofugo	kg	0,04	\$ 1,32	\$ 0,05
TOTAL MATERIALES				\$ 1,74
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,29	\$ 16,28	\$ 4,69
Ayudante	Hs.	0,19	\$ 13,95	\$ 2,68
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 7,37
TOTAL ML ZOCALO EXTERIOR DE CEMENTO				\$ 9,11

ZOCALO INTERIOR CERÁMICO ML				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Zócalo cerámico esmaltado 10x20	ml	0,11	\$ 20,17	\$ 2,12
Pegamento	Kg	0,35	\$ 0,54	\$ 0,19
Pastina	kg	0,02	\$ 2,50	\$ 0,05
TOTAL MATERIALES				\$ 2,36
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,20	\$ 16,28	\$ 3,26
Ayudante	Hs.	0,15	\$ 13,95	\$ 2,09
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 5,35
TOTAL ML ZOCALO INTERIOR CERÁMICO				\$ 7,71

UMBRALES DE CEMENTO ALISADO ML				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Perfil L	ml	1,05	\$ 2,86	\$ 3,00
Cemento	Kg	0,40	\$ 0,37	\$ 0,15
Arena	m3	0,01	\$ 27,00	\$ 0,27
TOTAL MATERIALES				\$ 3,42
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,30	\$ 16,28	\$ 4,88
Ayudante	Hs.	0,20	\$ 13,95	\$ 2,79
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 7,67
TOTAL ML UMBRALES DE CEMENTO ALISADO				\$ 11,09

ANTEPECHOS de BALDOSA ML				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg	3,00	\$ 0,37	\$ 1,11
Baldosa	UN	0,20	\$ 20,17	\$ 4,03
Arena	m3	0,02	\$ 27,00	\$ 0,54
TOTAL MATERIALES				\$ 5,68
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,29	\$ 16,28	\$ 4,69
Ayudante	Hs.	0,19	\$ 13,95	\$ 2,68
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 7,37
TOTAL ML ANTEPECHOS de BALDOSA				\$ 13,05

REVESTIMIENTO AZULEJO BLANCO M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Azulejo 15x15 blanco	m2	1,05	\$ 18,70	\$ 19,64
cemento blanco	kg	0,01	\$ 65,00	\$ 0,65
pegamento	Kg	3,50	\$ 0,54	\$ 1,90
TOTAL MATERIALES				\$ 22,19
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	1,15	\$ 16,28	\$ 18,75
Ayudante	Hs.	0,29	\$ 13,95	\$ 4,02
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 22,77
TOTAL M2 REVESTIMIENTO AZULEJO BLANCO				\$ 44,96

CARPINTERIA METALICA x VIV.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Marco P1 y hoja	UN	1,00	\$ 283,12	\$ 283,12
Marco P2 y hoja	UN	2,00	\$ 106,17	\$ 212,34
Marco P3 y hoja	UN	1,00	\$ 84,05	\$ 84,05
Puerta vidriera cocina P4	UN	1,00	\$ 258,05	\$ 258,05
Ventana V1	UN	3,00	\$ 673,90	\$ 2.021,70
Ventana V3	UN	1,00	\$ 129,76	\$ 129,76
Ventana V4	UN	2,00	\$ 88,47	\$ 176,95
TOTAL MATERIALES				\$ 3.165,96
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	24,00	\$ 16,28	\$ 390,72
Ayudante	Hs.	19,20	\$ 13,95	\$ 267,84
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 658,56
TOTAL Viv. CARPINTERIA METALICA				\$ 3.824,52

CARPINTERIA DE MADERA / VIV.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Hoja P1	UN	1,00	\$ 92,16	\$ 92,16
Hoja placa P2	UN	2,00	\$ 73,73	\$ 147,46
Hoja placa P3	UN	1,00	\$ 73,73	\$ 73,73
Herrajes puertas y ventanas	Gl.	1,00	\$ 210,00	\$ 210,00
TOTAL MATERIALES				\$ 523,34
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	19,20	\$ 16,28	\$ 312,58
Ayudante	Hs.	11,52	\$ 13,95	\$ 160,70
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 473,28
TOTAL Viv. CARPINTERIA DE MADERA				\$ 996,62

INSTALACION DE AGUA FRIA Y CALIENTE/ VIV.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Caños de polip. 19mm.	ml.	25,00	\$ 3,42	\$ 85,46
Caños de polip. 13 mm.	ml.	35,00	\$ 5,28	\$ 184,86
Termotanque a leña H ² F ² 90 lts	UN	1,00	\$ 314,50	\$ 314,50
Piezas varias	Gl.	1,00	\$ 37,60	\$ 37,60
TOTAL MATERIALES				\$ 622,42
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	24,00	\$ 16,28	\$ 390,72
Ayudante	Hs.	14,40	\$ 13,95	\$ 200,88
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 591,60
TOTAL Viv. INSTALACION DE AGUA FRIA Y CALIENTE				\$ 1.214,02

ARTEFACTOS Y GRIFERIA VIV.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Grifería cocina	U	1,00	\$ 77,41	\$ 77,41
Grifería Lavadero	U	1,00	\$ 26,27	\$ 26,27
Grifería ducha, bidet y lavatorio	gl.	1,00	\$ 306,00	\$ 306,00
Artef. inod. dep. moch. bid. y lav.	gl	1,00	\$ 277,40	\$ 277,40
Accesorios	gl	1,00	\$ 35,11	\$ 35,11
Pileta de lavar y patas de hª	U	1,00	\$ 22,12	\$ 22,12
Varios	gl	1,00	\$ 65,00	\$ 65,00
TOTAL MATERIALES				\$ 809,31
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	28,80	\$ 16,28	\$ 468,86
Ayudante	Hs.	9,60	\$ 13,95	\$ 133,92
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 602,78
TOTAL Viv. ARTEFACTOS Y GRIFERIA				\$ 1.412,09

CONEXION Y TANQUE VIV.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Tanque de 500lts.	UN	1,00	\$ 214,73	\$ 214,73
Piezas p/conexión	Gl.	1,00	\$ 35,02	\$ 35,02
Nicho agua	UN	1,00	\$ 35,94	\$ 35,94
Medidor de agua completo	UN	1,00	\$ 7,08	\$ 7,08
TOTAL MATERIALES				\$ 292,77
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	11,52	\$ 16,28	\$ 187,55
Ayudante	Hs.	4,00	\$ 13,95	\$ 55,80
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 243,35
TOTAL Viv. CONEXION Y TANQUE				\$ 536,12

BASE SANITARIA Y DESAGUES VIV.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Caños PVC 110	ML	35,00	\$ 10,50	\$ 367,50
Caños PVC.63	ML	8,00	\$ 7,23	\$ 57,84
Caños PVC 40	ML	5,00	\$ 4,84	\$ 24,19
Camara	Gl.	1,00	\$ 85,00	\$ 85,00
Piezas varias	Gl.	1,00	\$ 106,17	\$ 106,17
TOTAL MATERIALES				\$ 640,70
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	24,00	\$ 16,28	\$ 390,72
Ayudante	Hs.	14,40	\$ 13,95	\$ 200,88
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 591,60
TOTAL Viv. BASE SANITARIA Y DESAGUES				\$ 1.232,30

CAÑERÍA, CAJAS Y TABLEROS VIV.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cajas octog. rectang.	UN	21,00	\$ 1,28	\$ 26,90
Caños de acero semipesado	UN	45,00	\$ 11,47	\$ 516,33
Bajada de medidor	UN	1,00	\$ 41,50	\$ 41,50
Tableros	UN	2,00	\$ 32,26	\$ 64,51
Varios	Gl	1,00	\$ 90,00	\$ 90,00
TOTAL MATERIALES				\$ 739,24
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	14,40	\$ 16,28	\$ 234,43
Ayudante	Hs.	7,68	\$ 13,95	\$ 107,14
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 341,57
TOTAL Viv. CAÑERÍA, CAJAS Y TABLEROS				\$ 1.080,81

CABLEADO Y LLAVES VIV.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Llaves termicas	UN	4,00	\$ 6,68	\$ 26,73
Disyuntor 2x25 30 m amp	UN	1,00	\$ 25,00	\$ 25,00
Cables varios	ml	450,00	\$ 1,50	\$ 675,00
Llaves, tomas, etc.	UN	24,00	\$ 5,43	\$ 130,20
TOTAL MATERIALES				\$ 856,93
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	14,40	\$ 16,28	\$ 234,43
Ayudante	Hs.	9,60	\$ 13,95	\$ 133,92
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 368,35
TOTAL Viv. CABLEADO Y LLAVES				\$ 1.225,28

PILAR DE LUZ VIV.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Pilar completo	Nº	1,00	\$ 161,28	\$ 161,28
Hormigon simple	m3	0,10	\$ 169,90	\$ 16,31
TOTAL MATERIALES				\$ 177,59
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	1,92	\$ 16,28	\$ 31,26
Ayudante	Hs.	5,76	\$ 13,95	\$ 80,35
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 111,61
TOTAL Viv. PILAR DE LUZ				\$ 289,20

CAÑERÍA Y VENTILACION DE GAS VIV.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Caño de 1/2 " gas	ml.	2,60	\$ 7,23	\$ 18,80
Caño de 3/4 " gas	ml.	8,50	\$ 9,10	\$ 77,34
Piezas varias	Gl.	1,00	\$ 80,00	\$ 80,00
TOTAL MATERIALES				\$ 176,13
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	14,40	\$ 16,28	\$ 234,43
Ayudante	Hs.	5,76	\$ 13,95	\$ 80,35
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 314,78
TOTAL Viv. CAÑERÍA Y VENTILACION DE GAS				\$ 490,92

NICHOS PARA GAS				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Nicho para garrafa (puerta chapa)	Gl	1,00	\$ 87,55	\$ 87,55
Garrafa de 15 kg	un	1,00	\$ 45,00	\$ 45,00
Regulador p/gas envasado	un	1,00	\$ 22,00	\$ 22,00
TOTAL MATERIALES				\$ 154,55
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	3,84	\$ 16,28	\$ 62,52
Ayudante	Hs.	1,54	\$ 13,95	\$ 21,43
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 83,94
TOTAL Viv. NICHOS PARA GAS				\$ 238,49

PINTURA MUROS M2.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Pintura al agua	lt	0,20	\$ 3,23	\$ 0,65
Varios	Nro	1,00	\$ 1,62	\$ 1,62
TOTAL MATERIALES				\$ 0,00
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,19	\$ 16,28	\$ 3,13
Ayudante	Hs.	0,14	\$ 13,95	\$ 2,01
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 5,13
TOTAL M2 PINTURA MUROS				\$ 5,13

PINTURA CARPINTERIA METALICA Y MADERA M2.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Pintura	lt	0,20	\$ 18,06	\$ 3,61
Varios	Nro	1,00	\$ 2,70	\$ 2,70
TOTAL MATERIALES				\$ 6,31
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,48	\$ 16,28	\$ 7,81
Ayudante	Hs.	0,25	\$ 13,95	\$ 3,49
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 11,30
TOTAL M2 CARPINTERIA METALICA Y MADERA				\$ 17,61

VIDRIOS DOBLES M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Vidrios dobles	m2.	1,00	\$ 31,94	\$ 31,94
TOTAL MATERIALES				\$ 31,94
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,29	\$ 16,28	\$ 4,69
Ayudante	Hs.	0,29	\$ 13,95	\$ 4,02
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 8,71
TOTAL M2 VIDRIOS DOBLES				\$ 40,64

FORESTACION				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Arboles de la zona	Nro	1,00	\$ 18,50	\$ 18,50
Mantillo	bolsas	0,30	\$ 3,00	\$ 0,90
TOTAL MATERIALES				\$ 19,40
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,48	\$ 16,28	\$ 7,81
Ayudante	Hs.	0,48	\$ 13,95	\$ 6,70
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 14,51
TOTAL FORESTACION				\$ 33,91

CERCO DIVISORIO VIV.				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Postes de hormigón	Nro	1,50	\$ 16,59	\$ 24,88
TOTAL MATERIALES				\$ 24,88
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,48	\$ 16,28	\$ 7,81
Ayudante	Hs.	0,48	\$ 13,95	\$ 6,70
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 14,51
TOTAL VIV CERCO DIVISORIO				\$ 39,39

VEREDAS EXTERIORES FRATAZADAS e=10 cm M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Cemento	Kg	24,00	\$ 0,37	\$ 8,88
Arena	m3	0,06	\$ 27,00	\$ 1,62
Cal	m3	0,01	\$ 390,00	\$ 3,26
Ripio lavado	m3	0,07	\$ 27,00	\$ 1,89
TOTAL MATERIALES				\$ 15,65
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,80	\$ 16,28	\$ 13,02
Ayudante	Hs.	0,40	\$ 13,95	\$ 5,58
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 18,60
TOTAL M2 VEREDAS EXTERIORES FRATAZADAS				\$ 34,25

DOCUMENTACION FINAL DE OBRA				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Plano de arquitectura	un	1,00	\$ 400,00	\$ 400,00
Plano de mensura	gl	1,00	\$ 700,00	\$ 700,00
Plano de estructura	gl	1,00	\$ 100,00	\$ 100,00
Derechos de aprobación C.Profes.	un	1,91	\$ 120,00	\$ 229,20
Copia xerox de planos	m2	27,00	\$ 9,50	\$ 256,50
TOTAL MATERIALES				\$ 1.685,70
MANO DE OBRA				
Dibujante, copias, etc.	h	30,00	\$ 16,28	\$ 488,40
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 488,40
TOTAL DOCUMENTACION FINAL DE OBRA				\$ 2.174,10

ANEXO V: Costos unitarios por ítem sistema propuesto

MURO EXTERIOR BAHAREQUE ENCEMENTADO (M2)				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Caña 12 cm tratada	M	2,65	\$ 4,50	\$ 11,92
Pino 2x4,5"	M	1,26	\$ 5,72	\$ 7,19
Poliestiereno expandido 10 mm	M2	1,89	\$ 1,90	\$ 3,59
Alambre romboidal 150x50x14	M2	1,89	\$ 6,48	\$ 12,26
Mortero en uniones 1:4	M3	0,0078	\$ 192,50	\$ 1,51
TOTAL MATERIALES				\$ 36,47
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	1,66	\$ 16,28	\$ 26,96
Ayudante	Hs.	0,66	\$ 13,95	\$ 9,24
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 36,20
TOTAL M2 MURO EXTERIOR BAHAREQUE ENCEMENTADO				\$ 72,67

MURO INTERIOR BAHAREQUE ENCEMENTADO (M2)				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Caña 12 cm tratada	M	2,15	\$ 4,50	\$ 9,69
Pino 2x4,5"	M	1,22	\$ 5,72	\$ 6,97
Poliestiereno expandido 10 mm	M2	2,00	\$ 1,90	\$ 3,80
Alambre romboidal 150x50x14	M2	2,00	\$ 6,48	\$ 12,96
Mortero en uniones 1:4	M3	0,0130	\$ 192,50	\$ 2,51
TOTAL MATERIALES				\$ 35,93
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	1,10	\$ 16,28	\$ 17,97
Ayudante	Hs.	0,66	\$ 13,95	\$ 9,24
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 27,21
TOTAL M2 MURO INTERIOR BAHAREQUE ENCEMENTADO				\$ 63,14

ESTRUCTURA DE CUBIERTA EN CAÑA (M2)				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Caña 12 cm tratada	M	2,54	\$ 4,50	\$ 11,44
Mortero en uniones	M3	0,01	\$ 192,50	\$ 2,82
TOTAL MATERIALES				\$ 14,26
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	1,58	\$ 16,28	\$ 25,79
Ayudante	Hs.	0,63	\$ 13,95	\$ 8,84
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 34,63
TOTAL M2 ESTRUCTURA DE CUBIERTA EN CAÑA				\$ 48,88

CHAPA PREPINTADA EN CUBIERTA M2				
MATERIALES				
	UN	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Chapa prepintada nº 24 acanalada-trapezoidal	m2	1,35	\$ 30,58	\$ 41,28
gancho "J" p/chapa galvanizada de 0,60	u	1,00	\$ 0,22	\$ 0,22
TOTAL MATERIALES				\$ 41,50
MANO DE OBRA				
Oficial	Hs.	0,29	\$ 16,28	\$ 4,69
Ayudante	Hs.	0,23	\$ 13,95	\$ 3,21
TOTAL MANO DE OBRA				\$ 7,90
TOTAL M2 CHAPA PREPINTADA EN CUBIERTA				\$ 49,40

ANEXO VI: Costo vivienda sist. tradiconal cubierta estructura de madera

COSTEO VIVIENDA TIPO FO.NA.VI SIST. CONSTRUCTIVO TRADICIONAL CUBIERTA MADERA						
DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL	% INCID. INCID
LIMPIEZA, NIVELACION Y REPLANTEO						
a) Limpieza terreno	Viv	1,00	\$ 236,63	\$ 236,63	\$ 236,63	0,39%
MOVIMIENTO DE SUELOS						
a) Excavación de zanjas p/vigas fund.	m3	3,92	\$ 56,64	\$ 222,03	\$ 1.763,69	2,90%
b) Terraplenamiento interior vivienda	m3	11,12	\$ 62,26	\$ 692,07		
c) Excavacion p/zapatras	m3	15,00	\$ 56,64	\$ 849,59		
FUNDACIONES						
a) Material de limp. b/fundaciones	m2	8,91	\$ 15,39	\$ 137,10	\$ 6.903,27	11,35%
b) Base aislada	m3	6,24	\$ 615,86	\$ 3.842,94		
c) Vigas de fundación	m3	3,41	\$ 856,62	\$ 2.923,22		
ESTRUCTURA DE H°A°						
a) Columnas resistentes	m3	1,06	\$ 1.259,62	\$ 1.330,16	\$ 6.778,16	11,15%
b) Columnas y vigas de encadenado superior	m3	1,00	\$ 1.275,77	\$ 1.275,77		
c) Vigas resistentes	m3	3,30	\$ 1.197,13	\$ 3.951,12		
d) Losa maciza p/tanque	m3	0,24	\$ 940,06	\$ 221,10		
CAPA AISLADORA						
a) Capa aisladora horizontal y vertical	m2	26,88	\$ 20,02	\$ 538,01	\$ 538,01	0,88%
MAMPOSTERIA						
a) Ladrillo cerámico 12x18x30	m2	39,91	\$ 52,46	\$ 2.093,31	\$ 7.186,62	11,82%
b) Ladrillo macizo adobon 0,20 m.	m2	71,50	\$ 68,09	\$ 4.868,27		
c) Revestimiento tanque 12X18X30	m2	4,29	\$ 52,46	\$ 225,04		
CUBIERTA DE TECHO						
a) Chapa prepintada sobre estructura de madera	m2	56,81	\$ 116,76	\$ 6.633,45	\$ 6.633,45	10,91%
CIELORRASOS						
a) Cielorraso suspendido tablero de yeso	m2	42,00	\$ 60,09	\$ 2.523,87	\$ 2.523,87	4,15%
REVOQUES						
a) Revoque exterior completo	m2	71,50	\$ 25,44	\$ 1.819,22	\$ 5.616,09	9,24%
b) Revoque interior grueso y fino	m2	151,31	\$ 22,79	\$ 3.447,89		
c) Revoque bajo revestimiento	m2	15,32	\$ 22,79	\$ 348,98		
CONTRAPISOS						
a) Contrapiso de H° pobre	m2	42,00	\$ 22,08	\$ 927,22	\$ 927,22	1,52%
PISOS, ZOCALOS Y UMBRALES						
a) Carpeta	m2	42,00	\$ 9,39	\$ 394,24	\$ 2.714,75	4,46%
b) Zócalo interior ceramico	ml	49,40	\$ 7,71	\$ 380,70		
c) Cerámico 20 X 20	m2	42,00	\$ 40,10	\$ 1.684,18		
b) Zócalo exterior cemento	ml	26,00	\$ 9,11	\$ 236,77		
d) Umbrales de cemento alisado + perfil	ml	1,70	\$ 11,09	\$ 18,86		
ANTEPECHOS						
a) Antepecho de baldosa 20x20	ml	1,60	\$ 13,05	\$ 20,88	\$ 20,88	0,03%
REVESTIMIENTOS						
a) Azulejos 15x15	m2	15,32	\$ 44,96	\$ 688,53	\$ 688,53	1,13%
CARPINTERIA						
a) Carpintería metálica	Viv.	1,00	\$ 3.824,52	\$ 3.824,52	\$ 4.821,14	7,93%
b) Carpintería de madera	Viv.	1,00	\$ 996,62	\$ 996,62		

INSTALACION SANITARIA						
a) Agua fría y caliente	Viv.	1,00	\$ 1.214,02	\$ 1.214,02		
b) Artefactos y grifería	Viv.	1,00	\$ 1.412,09	\$ 1.412,09		
c) Conexión y tanque	Viv.	1,00	\$ 536,12	\$ 536,12		
d) Base sanitaria	Viv.	1,00	\$ 1.232,30	\$ 1.232,30		
					\$ 4.394,52	7,23%
INSTALACION ELECTRICA						
a) Caños, cajas y tableros	Viv.	1,00	\$ 1.080,81	\$ 1.080,81		
b) Cables y llaves	Viv.	1,00	\$ 1.225,28	\$ 1.225,28		
c) Pilar de luz	Viv.	1,00	\$ 289,20	\$ 289,20		
					\$ 2.595,30	4,27%
INSTALACION DE GAS						
a) Caños y ventilación	Viv.	1,00	\$ 490,92	\$ 490,92		
b) Gabinete p/garrafa icluida	Viv.	1,00	\$ 238,49	\$ 238,49		
					\$ 729,41	1,20%
VARIOS						
a) Vidrios dobles	m2	5,28	\$ 40,64	\$ 214,49		
b) Ladrillo cerámico 12x18x30	m2	306,14	\$ 7,40	\$ 2.264,35		
c) Pintura carpintería metálica y madera	m2	34,46	\$ 17,61	\$ 606,94		
					\$ 3.085,79	5,07%
DOCUMENTACION DE OBRA						
	gl	1,00	\$ 2.174,10	\$ 2.174,10		
					\$ 2.174,10	3,58%
TRABAJOS EXTERIORES						
a) Forestación	Viv.	1,00	\$ 33,91	\$ 33,91		
b) Divisoria de lotes (mojones)	Viv.	1,00	\$ 39,39	\$ 39,39		
c) Veredas lavadero y perimetrales	m2	11,85	\$ 34,25	\$ 405,91		
					\$ 479,21	0,79%
TOTAL VIVIENDA					\$ 60.810,63	

Tabla A.VI-1 Costos vivienda tradicional con cubierta en estructura de madera y chapa a abril de 2008

ANEXO VII: Cálculo estructural simplificado de la vivienda propuesta

Para el diseño del sistema de fundación de la vivienda con estructura de caña y madera se supuso en una primera instancia un sistema de zapata corrida con las dimensiones mostradas en la fig. AVII-1 dado que en la vivienda tradicional se suele utilizar un sistema de fundación del mismo tipo aunque el volumen de hormigón armado empleado es mayor por la necesidad de soportar cargas considerablemente más importantes que en el caso de esta vivienda con estructura de caña de bambú.

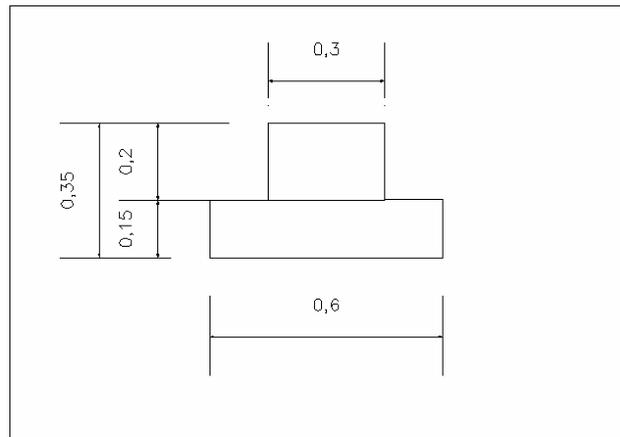


Fig A.VII-1 Dimensiones Zapata corrida para vivienda con estructura de caña y madera

A partir de esta suposición se calculó el esfuerzo transmitido al terreno generado por la fuerza resultante del peso de la cubierta con la correspondiente sobrecarga y el peso de los muros en bahareque encementado de bambú teniendo en cuenta que dicho esfuerzo no debe exceder la resistencia del suelo que para la ciudad de Salta Capital es de $1,5 \text{ Kg./cm}^2$ (se optó por utilizar este valor como indicativo a pesar de que la capacidad portante del suelo suele modificarse de un lugar a otro incluso existiendo poca distancia entre estos lugares).

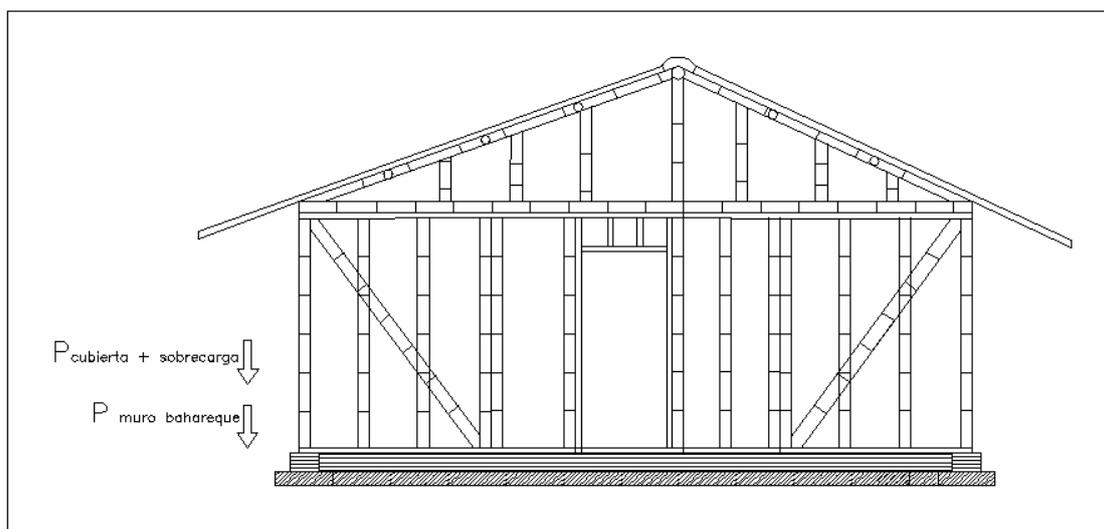


Fig A.VII-2 Cargas sobre zapata corrida para vivienda con estructura de caña y madera

En la Tabla A.VII-1 se muestran los cálculos realizados a partir de los cuales se puede concluir que con la fundación propuesta se verifica holgadamente la exigencia de no superar la capacidad portante del suelo.

CÁLCULO ESFUERZO SOBRE ZAPATA		
Q Muro Bahareque	0,016	Kg/cm ²
P Muro Bahareque	3,804	Kg/cm
Q Cubierta caña y chapa	0,006	Kg/cm ²
Sobrecarga	0,005	Kg/cm ²
Q Total Cubierta + Sobrecarga	0,011	Kg/cm ²
P Cubierta + Sobrecarga	3,191	Kg/cm
P muro + cub + sobrecarga	6,996	Kg/cm
Ancho de base	60	cm
σ Total	0,117	Kg/cm ²
Capacidad Portante del terreno	1,5	Kg/cm ²
VERIFICA		

Tabla A.VII-1 Cálculo esfuerzo transmitido al suelo

Para verificar que las cañas no estén solicitadas a esfuerzos superiores a los recomendables se utilizaron los esfuerzos admisibles fueron los provistos por el Ing. Dragone y que suelen ser utilizados para calcular estructuras con cañas de la especie *Bambusa Balcoa* debidamente maduras en la planta (entre 3 y 4 años de maduración) tratadas y secadas tras el corte.

En lo que respecta a las cerchas se calculó el esfuerzo de compresión al que están solicitados los montantes y el de flexión para la viga inferior. Para ambos casos se tomaron simplificaciones de cálculo. Para el caso de los montantes se consideró que los mismos soportan el total de la carga vertical del peso de la cubierta sin considerar las reacciones de las diagonales. De esta manera se está sobredimensionando al montante de caña de 12 cm. de diámetro (cabe considerar que en la actualidad la diferencia de costo entre cañas de distintos espesor y la cantidad de caña utilizada en la construcción de la vivienda no justifica reemplazar las cañas de 12 cm. por cañas de menor diámetro), corroborando que el mismo verifica incluso en condiciones de sollicitación más adversas que las reales. En el caso de la viga inferior se simplificó el cálculo considerando que la carga linealmente distribuida del peso de la cubierta que toma cada cercha actúa como una única fuerza aplicada en el centro de la viga °

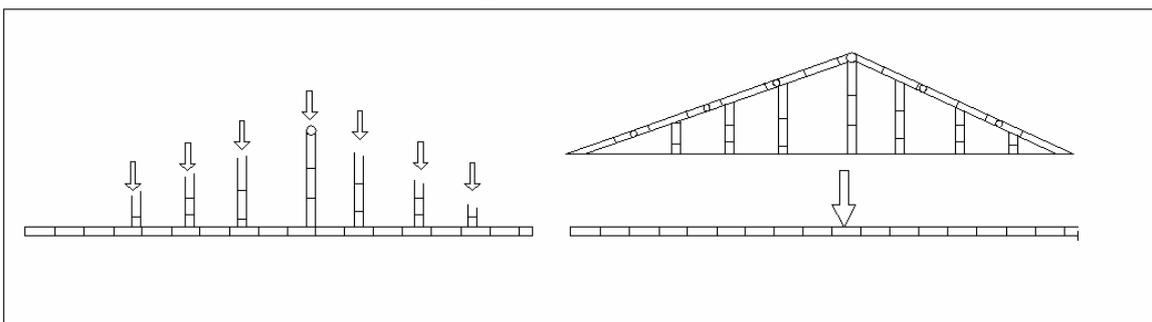


Fig A.VII-3 Simplificaciones de cálculo cercha

Considerando estas simplificaciones los cálculos realizados se observan en la Tabla AVII-2.

CÁLCULO ESFUERZO SOBRE RETICULADO		
Q total cubierta + sobrecarga	0,011	Kg/cm ²
Distancia que toma cada cercha	180,0	cm
Carga sobre cercha	1,915	Kg/cm
Carga supuesta sobre montante central	124,468	Kg
Área Sección de caña	36,110	cm ²
σ montante	3,447	Kg/cm ²
σ adm comp	100,0	Kg/cm ²
VERIFICA		
Carga Total sobre base reticulado	13,404	Kg
L cercha	7,0	m
Momento (PL/4)	2345,740	Kg.cm
$W_{caña} \pi \times (D^4 - d^4) / (64 \times D)$	24,920	cm ³
σ Flexión	94,1	Kg/cm ²
σ adm Flexión	125,0	Kg/cm ²
VERIFICA		

Tabla A.VII-2 Cálculos de solicitaciones sobre cercha

Para el caso de las cañas de los muros los cálculos se muestran en la Tabla A.VII-3.

CÁLCULO ESFUERZO SOBRE CAÑA EN MURO		
Q Muro Bahareque	0,016	Kg/cm ²
P Muro Bahareque	3,804	Kg/cm
Q Cubierta caña y chapa	0,006	Kg/cm ²
Sobrecarga	0,005	Kg/cm ²
Q Total Cubierta + Sobrecarga	0,011	Kg/cm ²
P Cubierta + Sobrecarga	3,191	Kg/cm
P muro + cub + sobrecarga	6,996	Kg/cm
Distancia promedio por caña	50	cm
Carga sobre caña	349,780	Kg
Área Sección de caña	36,110	cm ²
σ_{comp}	9,687	Kg/cm ²
σ_{comp} admisible bambú	100,0	Kg/cm ²
VERIFICA		

Tabla A.VII-2 Cálculos de solicitaciones sobre cañas de los muros

En todos los casos se observa que no se superan los esfuerzos admisibles esperables