

TRABAJOS REALIZADOS EN EL PROGRAMA DE INVESTIGACION DE MATERIALES
ASISMICOS PARA VIVIENDA POPULAR DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

Eduardo Aguilar Arrivillaga¹

ANTECEDENTES

La catástrofe producida por el terremoto del 4 de febrero de 1976, indujo a la Facultad de Arquitectura a destinar recursos de investigación tendientes a contribuir a la solución de algunos de los problemas que en aquella oportunidad se evidenciaron, entre los que cupo destacar el hecho de que la mayor parte de los daños personales se observaran entre los estratos de población rural y marginal urbana provocados fundamentalmente por el derrumbamiento de viviendas inadecuadas para resistir el efecto de los sismos. Durante los primeros meses subsiguientes al terremoto, los esfuerzos de la Facultad de Arquitectura se destinaron principalmente a la contribución de la solución de los problemas de emergencia, particularmente tareas de campo, por lo que no fue posible iniciar sino hasta después de un largo período las actividades normales que pudieran encausar un programa de investigación de materiales asísmicos para vivienda popular. Ha sido desde principios del presente año que se han iniciado dichas actividades, por lo que en la presentación que aquí se desea hacer, únicamente se mostrará el desarrollo de los trabajos hasta la fecha y el logro de algunas metas particulares, que no constituyen soluciones finales, sino que por el contrario únicamente dan inicio a una serie de actividades que integran la docencia tradicional con la investigación, agregando a la transmisión, la producción de conocimientos acordes a las necesidades y recursos tecnológicos particulares del país.

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

El objetivo general del proyecto lo podríamos resumir de la siguiente manera: búsqueda de materiales y técnicas constructivas asísmicas de bajo costo.

METODOLOGIA GENERAL PARA LAS PRIMERAS ETAPAS

Si bien el programa de investigación lleva el espíritu de prolongarse en otras actividades afines a aquéllas con las cuáles se inicia, se han considerado una serie de etapas que deberán de producir logros concretos en un período determinado (el del año 1978) que son:

- a) Investigación de la informática impresa existente.
- b) Recopilación de información de campo sobre uso de materiales y poten-

¹ Arquitecto, Catedrático Investigador, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala

cial de recursos alternativos en relación a los tradicionalmente utilizados.

- c) Elaboración de hipótesis sobre alternativas constructivas.
- d) Selección de alternativas.
- e) Construcción de propuestas de modelos de materiales aislados.
- f) Pruebas con los modelos.
- g) Diseño de propuestas constructivas.
- h) Y finalmente, pruebas de prototipos de edificación.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

El desarrollo de las actividades ha seguido el orden propuesto en la metodología, aunque no en una secuencia forzosamente rectilínea de las actividades, porque por una parte algunas de las etapas han ido requiriendo períodos de trabajo que habrían de prolongarse a todo lo largo del año, sin que ello implique que no se pueda realizar el inicio de otras actividades, es decir, que se desarrollan paralelamente, complementándose en forma interdependiente.

Así hemos podido observar que debido a la escasez de bancos de información, o del difícil acceso a alguno de ellos, no podemos contar desde el inicio con toda la información deseada, debiendo esperar un largo tiempo para obtenerla directamente de las fuentes de su origen.

La información de campo se ha orientado a través de dos subprogramas que corren a lo largo del año. Estos subprogramas son:

- a) El análisis de los principales tipos de vivienda de la república en función de sus materiales y tecnología constructiva.
- b) El análisis de los materiales más comúnmente usados en la construcción de vivienda en base a sus condicionantes por una parte socio-económicos y por otra el comportamiento físico.

En el primero de los sub-programas ya se obtuvo el levantamiento de aproximadamente 100 prototipos, de las diferentes partes de la república, incluyendo aproximadamente 15 de Belice. Actualmente se está realizando el ordenamiento y la graficación de los datos y, asimismo, se incorporó un trabajo de tesis de grado que tiene por objeto analizar las estructuras.

El segundo subprograma se está desarrollando con la colaboración de aproximadamente 60 estudiantes de los cursos de métodos y materiales de construcción que se imparten actualmente en la Facultad de Arquitectura. Aquí se analizan factores socio-económicos tales como el origen de la materia prima, costos de producción, costos de transporte, recursos energéticos de producción, incidencia ecológica, por una parte, y, por otra el comportamiento de los materiales en función de esfuerzos de compresión, tensión, flexión, torsión, absorción de humedad, combustibilidad, ataque de hongos e insectos, etc.

Asimismo, se ha avanzado en las etapas de propuesta de nuevas alternativas, su selección y la construcción de modelos. Primeramente la parte de las

actividades de campo arrojó algunas informaciones importantes, que podemos resumir así: existencia de dos tipos fundamentales de problemas básicos hacia cuya solución debemos orientar nuestros esfuerzos, que son:

- a) La producción de alternativas para futuras edificaciones en todas las regiones del país que coincide con lo originalmente proyectado. Y,
- b) la necesidad de preveer soluciones para reforzar las viviendas especialmente en las áreas que no fueron afectadas por el terremoto de febrero de 1976, muchas de las cuales se encuentran en áreas de grave riesgo sísmico, presentando características de vivienda muy similar a aquéllas en las cuáles se produjeron la mayor parte de los daños personales durante el terremoto en mención, sin que de momento pueda considerarse las posibilidades de sustitución a un breve plazo, creemos que la única alternativa posible sería la de promover mecanismos que a un bajo costo pudieran reforzar las estructuras existentes, mediante la promoción de planes financieros por parte de las instituciones crediticias operantes en el país, y la creación de códigos de construcción y supervisión de obras para nuevas edificaciones.

La investigación de campo evidenció la existencia de recursos de materia prima abundante y poco utilizada hasta la fecha, particularmente la existencia de gran cantidad de material de origen vegetal y en algunos casos de abundante desecho agrícola, dentro de los cuales seleccionamos en función de su factibilidad constructiva las siguientes:

- a) El desecho de maíz, presente en toda la república, especialmente en la forma del olote, actualmente poco utilizado.
- b) El bambú, por su factibilidad de plantación en gran parte de las regiones del país con favorable incidencia ecológica, así como por ser de nuestro conocimiento sus excelentes cualidades constructivas, utilizadas efectivamente en otros países.
- c) El aserrín, desecho actualmente de gran abundancia.

Inmediatamente se procedió a la elaboración de los primeros modelos de materiales, aquí resumiremos únicamente aquellas alternativas cuyas primeras pruebas han dado resultados que consideramos positivos, obviando describir aquellas que han tenido que ser descartadas por una u otra razón. Como se indicaba en un principio, tampoco podemos considerar agotada la investigación concerniente a las primeras propuestas para materiales de este programa, pero sí deseamos mostrarlas aquí por evidenciar la ruta hacia la cual estamos encaminando nuestros esfuerzos.

a) Utilización del olote:

Se han construido planchas de olote agrupado en posición perpendicular al plano de la plancha, utilizando diversos aglutinantes (entre los que se excluyeron los derivados del petróleo, escogiéndose las resinas de origen vegetal y animal, incluyendo algunas fuera de las tradicionalmente industrializadas); los mejores resultados a la fecha, se han obtenido con la utilización de la cola de origen animal y la llamada cola blanca (derivada de latex y caseína), aunque no podemos excluir en el curso cercano de las investigaciones el aprovechamiento de otras resinas. Las primeras pruebas

del laboratorio mostraron una excelente resistencia a la compresión (únicamente se percibió deformación a partir de 25,000 libras y al aplicar la carga máxima de la máquina, 60,000 libras, los elementos de plancha se habían comprimido de un espesor original de 4 cm. a 1.8 cm. sin que el aglutinante hubiese cedido y se pudiera percibir manifestaciones de evidente explosión, todo lo cual nos hace pensar que las futuras pruebas de flexión que aún no se han realizado darán resultados también satisfactorios).

b) Utilización del bambú:

La utilización del bambú presenta una gran gama de posibilidades entre las que cabe destacar su utilización en elementos de tabicación, su utilización estructural en forma de elementos aislados y en forma de armadura, tanto para obra formal como para la llamada obra falsa de la construcción y, por último, su utilización en forma de refuerzo de concreto de cemento y conglomerados minerales, así como refuerzo de muros a base de tierras estabilizadas con cales, cementos, puzolánicos, o asfaltos. Hasta el momento sólo hemos podido dirigir nuestros esfuerzos a algunas pocas alternativas, limitándonos hasta el momento a una única especie de bambú, la que tradicionalmente se utiliza como caña de pescar, para la cual originalmente analizamos su resistencia a la tracción y compresión, en elementos no curados (resultados: tracción 950 kg/cm^2 ; compresión 650 kg/cm^2), que, aunque más bajos que los señalados por algunos estudios que nos preceden, para nuestro objeto han resultado suficientes). Se han diseñado viguetas (1=2mts h=27cms.) utilizando un cordón superior de diámetro aproximado de una pulgada, un cordón inferior de igual diámetro y un cordón intermedio de media pulgada, de sección entera. Las viguetas han requerido para su fabricación de un tiempo promedio de 8 minutos entre dos hombres no especializados. Las viguetas fueron probadas en el laboratorio de la siguiente manera: apoyadas en sus dos extremos y cargadas al centro en forma concentrada, primeramente un único elemento que cedió bajo una carga de 540 kilogramos y luego unificando dos elementos en una única armadura (de las mismas dimensiones) que cedió bajo una carga de 720 kg, aplicada en igual forma que en el caso anterior.

Es de notarse aquí que las fallas no se produjeron por rotura del bambú, sino por deformación lateral (pandeo, dislocación en sus amarres). Asimismo, se han realizado pruebas de armado de plancha, y armado de muros (aquí utilizando el sistema de formaleta deslizante diseñado por el señor Don Bernardo Jalkeman, quien generosamente nos permitió experimentar con su patente.

Por último, podemos mencionar los primeros resultados obtenidos con la combinación del olote, el bambú, el aserrín y un concreto pobre de pómez, que dió como resultado la fabricación de una plancha liviana (peso específico 1.042 g/cm^3), en la cual el bambú actúa como refuerzo estructural y el aserrín y el olote como conglomerados livianos. A dicha plancha se le aplicaron esfuerzos de flexión, cediendo bajo una carga unitaria de 8.57 kg/cm^2 .

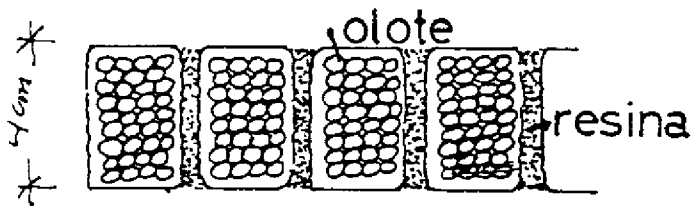
También se han realizado modelos de planchas de concreto pobre (relación cemento material selecto 10/1). Las planchas (2 mts. x 1 mt. x 10 cms.) parecen responder satisfactoriamente a las pruebas iniciales.

PREVISIONES FUTURAS PARA EL PROGRAMA

Se contempla en la actualidad la continuación del análisis de los elementos anteriormente mencionados, así como de todos los proyectos en marcha. Se han realizado los primeros pasos para la realización conjunta con la Facultad de Ingeniería de un equipo de simulación de efectos sísmicos, estudiándose las alternativas de una mesa vibratoria y la utilización de plataformas de ferrocarril, en las cuales se pudieran producir efectos de aceleración horizontal. Para ello, la Facultad de Arquitectura ha designado a un especialista en Física de sólidos, Licenciado Fernando Noriega, quien actualmente se encuentra ya trabajando.

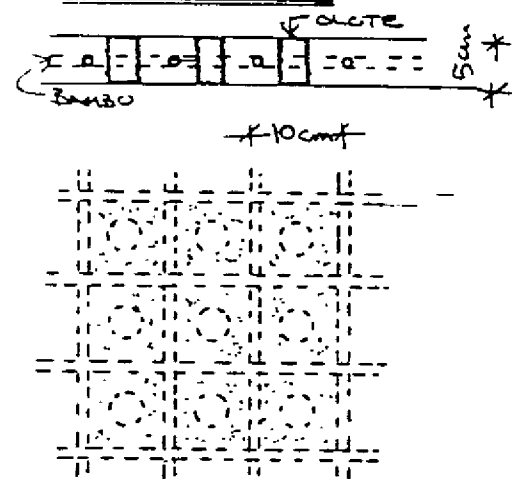
Para un plazo más largo se han previsto diversas actividades de investigación tecnológica relacionadas con los problemas de carácter sísmico, así como con otros muchos aspectos propios de la actividad de la Arquitectura, que no vienen al caso describir aquí más detalladamente, únicamente mencionaremos la evidente urgencia con que creemos se deben de implementar los cursos tanto a nivel de grado como de post grado que permitan la formación del profesional guatemalteco en las actividades de producción de un conocimiento acorde a las necesidades reales del país y a los recursos con que se dispone.

FIGURA 1



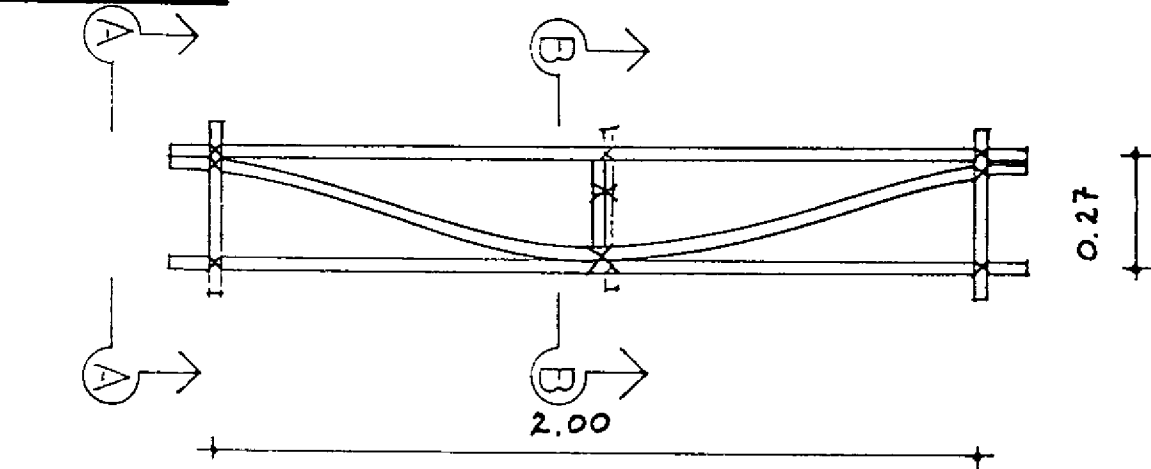
Sección de plancha de olote

FIGURA 3

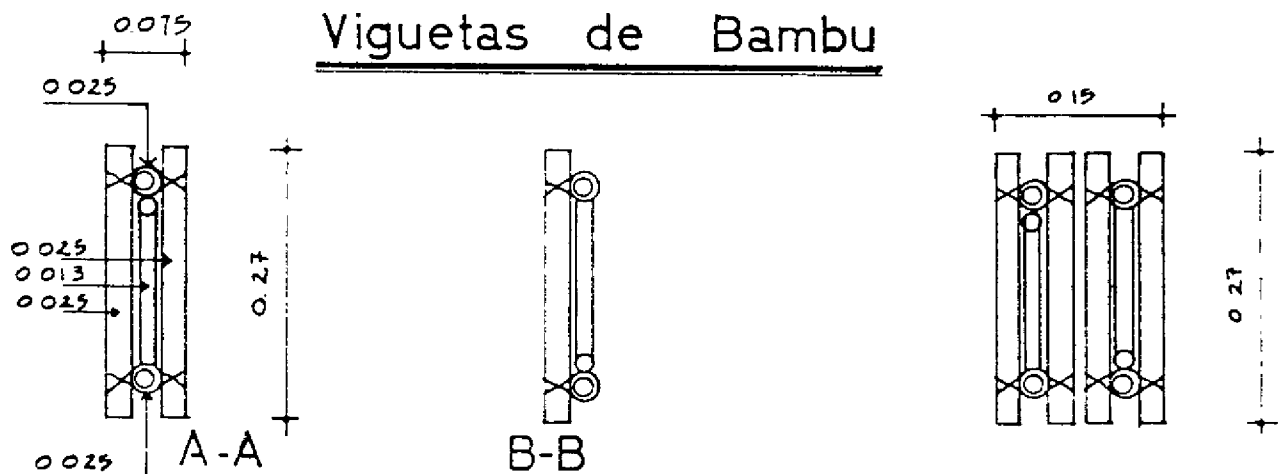


Plancha combinada de concreto liviano aserrin olote y bambu

FIGURA 2



Viguetas de Bambu



En el caso de una vigueta simple

En el caso de dos viguetas unidas.

