

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DEL HÁBITAT Y DESARROLLO HUMANO
SUSTENTABILIDAD DEL HÁBITAT
PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)
Programa de Desarrollo de Tecnología Apropriada para la Edificación y
Diseño de Vivienda I



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

PAP 1K02

**Participación en la Primera Competencia Nacional de Vivienda Sustentable
Resistente a Fenómenos Naturales para Estudiantes de Arquitectura**

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes:

Lorena Castro Assad AR696869

José Ricardo Menchaca Robles IC702956

Luis Rey Salas Villaseñor IC703322

Paulina Villaseñor Cabello AR698181

Profesor PAP:

Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo, Melissa Selene Carrillo Rubio, Christian
Hernández Cárdenas

Tlaquepaque, Jalisco, diciembre 2019

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	2
1. Introducción	2
1.1. Objetivos	2
1.2. Justificación	3
1.3 Antecedentes	3
1.4. Contexto	4
2. Desarrollo	4
2.1. Sustento teórico y metodológico	5
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto	8
3. Resultados del trabajo profesional	9
4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto	11
5. Conclusiones	18
6. Bibliografía	18
6. Anexos	18

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.

A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

En este reporte se presentará el proceso que llevamos a cabo para la realización de nuestro proyecto como participantes en la *primera competencia nacional de vivienda sustentable resistente a fenómenos naturales para estudiantes de arquitectura*, desde el análisis que llevamos a cabo para escoger una locación y sus fenómenos naturales, así como los materiales y el diseño necesarios para cumplir con los requisitos que el concurso nos pedía.

1. Introducción

1.1. Objetivos

Dar solución óptima y adecuada a una vivienda de interés social, la cual se encuentre por debajo de un costo de \$210,000.00, teniendo en cuenta que esta tiene que ser resistente a los desastres naturales que se presentan en la zona, al igual que hacer uno del concepto de sustentabilidad.

1.2. Justificación

Uno de los problemas a los que nosotros nos enfrentamos en la zona de Emiliano Zapata, La Huerta, Jalisco, una localidad de aproximadamente 1,300 habitantes, son principalmente inundaciones provocadas por el desbordamiento del río Cuixmala (río que atraviesa el municipio de norte a sur), causadas por huracanes y grandes cantidades lluvia.

1.3 Antecedentes

En los últimos 8 años, se han registrado tres desastres naturales con afectaciones en el municipio de La Huerta.

En 2011, el huracán Jova, con vientos de 118 km/h y de categoría 2, con lluvias intensas y oleaje elevado, ocasionó daños en la región como derrames de lodo, piedras, árboles y desbordamiento del río Cuixmala que provocó inundaciones.

En 2015, el huracán Patricia, considerado el ciclón tropical más intenso de la historia de México, con una categoría de 5 y vientos de 305 km/h y rachas de 380 km/h, dejando alrededor de 55 familias sin hogar y causando inundaciones, caída de árboles, afectaciones a sembradíos y daños a viviendas.

Este año, tocó tierra el huracán Lorena, de categoría 1, provocando nuevamente el desbordamiento del río Cuixmala, alcanzando el agua hasta los 50 centímetros de altura en zonas habitacionales. El huracán se degradó en tormenta tropical que igualmente causaron la crecida del caudal del río.

1.4. Contexto

Las casas en Emiliano Zapata son construidas con métodos tradicionales de ladrillo y concreto, sin embargo no cuentan con un análisis estructural adecuado para soportar los desastres naturales, en los cuales se encuentran: huracanes, sismos, e inundaciones.

2. Desarrollo

Para la realización del proyecto analizamos diferentes tipos de materiales que no tuvieran un impacto tan fuerte en el medio ambiente, que fueran de fácil acceso y precio económico y además queríamos escoger un método constructivo en el que las mismas personas pudieran participar en la construcción de sus viviendas.

Fue por eso que elegimos:

Muros de quincha mejorada: La quincha mejorada es una estructura de madera empotrada cuyas paredes son un tejido de madera con mortero de barro. Tiene la ventaja de poder ser construida progresivamente según la disponibilidad de recursos económicos e insumos. Es muy eficaz como material antisísmico, su ligereza facilita su montaje y en caso de colapso no genera demasiados daños, tiene un gran aislamiento térmico debido a su inercia térmica gracias al recubrimiento con barro o tierra.

Estructura de armaduras y columnas de madera: madera de pino amarillo, en donde las armaduras se apoyan al final o inicio de esta y a la mitad del claro.

Cimentación de zapatas aisladas: zapatas aisladas de 90x90 cm y con un espesor de 30 cm, concreto de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Celosías de bambú: Se dio a conocer recientemente la factibilidad de los suelos en algunas zonas de Colima para la plantación del bambú, lo que nos facilitará su obtención, por lo que utilizamos celosías de bambú en las ventanas con una separación suficiente para

filtrar la luz natural y una ventilación cruzada. Decidimos no aplicar cristales, pues en caso de desastres naturales puede llegar a ser muy peligroso y causar fuertes daños a los habitantes, sin embargo, aplicaremos mosquiteros impregnados por el tema de los insectos y como protección contra el dengue, que es un tema fundamental recientemente.

2.1. Sustento teórico y metodológico

Describiremos con mayor profundidad los materiales utilizados para la vivienda y las propiedades por las que se eligieron, por la factibilidad económica y bajo en desgaste de ambiente.

La quincha: Este sistema consiste en un entramado de caña o bambú que se recubre con barro mezclado con paja. La estructura está constituida por ramas y/o troncos de árboles. Sobre este se teje la caña para formar las paredes, para después empastar con el barro.

Esta tecnología es perfecta para la fabricación de vivienda local, museos de sitio, escuelas etc. Donde en zonas rurales y semiurbanas con bajos recursos.

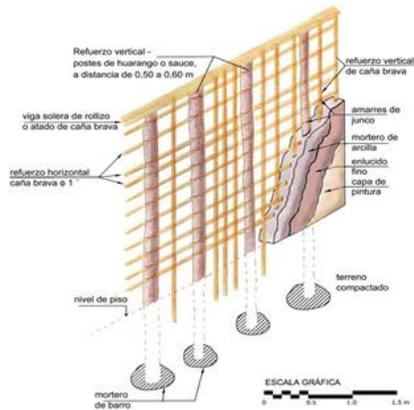
Materiales involucrados:

- *Barro:* se utiliza en paredes y cerramientos.
- *Paja:* Paredes, cerramiento y techo.
- *Caña:* En rellenos de los bastidores de madera de los paneles y para el relleno del techo.
- *Madera:* es básico para la parte estructural y también para el piso. Su elasticidad le permite absorber los esfuerzos.



Ventajas de la quincha:

- *Antisísmico*: Los entramados de la caña le dan elasticidad, lo cual atrae las vibraciones haciendo que se propague por toda la estructura.
- *Ligereza*: El montaje se facilita y se disminuyen las cargas sobre la edificación. Si hay un colapso no causa demasiados daños.
- *Aislamiento térmico*: gracias al recubrimiento del barro, la inercia térmica se suministra.

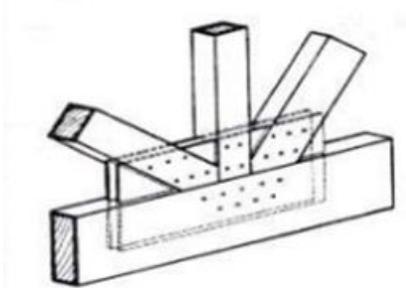
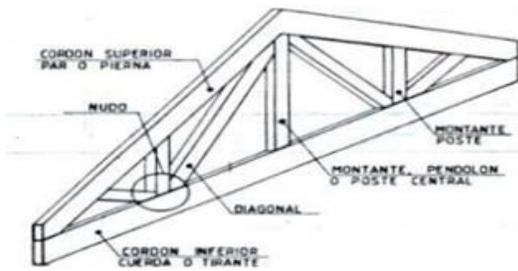


La madera: La madera estructural es la que corresponde específicamente para uso en estructuras, por lo cual se necesitan propiedades mecánicas específicas.

Las vigas de madera son el elemento principal de las estructuras de este, y se pueden utilizar de dos tipos: madera aserrada y madera laminada encolada.

Características principales de la madera:

- Buena resistencia a la flexión en la relación peso resistencia.
- Buena resistencia a la tracción y compresión.
- Rotura progresiva y no instantánea.
- Aislamiento térmico y acústico
- Estabilidad a la acción del fuego
- Material renovable estimándose aproximadamente 20 a 25 años en las coníferas y 100 a 150 años para las frondosas.
- El sistema constructivo no requiere mano de obra especializada, ni maquinaria adicional para su montaje.



El bambú:

El bambú es una de las plantas que se conoce como “la planta de mil usos”, pues se puede obtener, alimentos, ropa y material para construcción.

En México el bambú se aprovecha en zonas rurales, es útil en la construcción de viviendas como en cobertizos, muebles, ventanería y/o puertas.

Características:

- Velocidad de conseguir y fijación del CO2
- Mínima utilización de recursos energéticos en su procesado en comparación con otros materiales, como la madera, el ladrillo o metal.
- Es barato y económico
- Resistente y duradero
- Material renovable, recupera los espacios naturales para favorecer la biodiversidad
- Generación de nuevas fuentes de empleo en las zonas de cultivo.



2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

- Descripción del proyecto

Hicimos investigación a fondo sobre diferentes lugares en la costa, que sufren de sismos o inundaciones cada que se da un desastre natural y optamos por Emiliano Zapata.

Una vez que la locación estaba definida, nos dedicamos a conseguir datos puntuales y específicos como la cantidad de habitantes del lugar y por vivienda, sus ocupaciones, vías principales de transporte y costumbres.

Todos estos datos fueron importantes para nosotros tomar decisiones cómo:

- Hacer una vivienda para máximo 4 integrantes, según los habitantes que nosotros comprobamos que había por vivienda en esta localidad, y también es un número promedio y el máximo para podernos adaptar al presupuesto.
- Ubicar la vivienda sobre la carretera y vía de transporte principal, pues muchos de los habitantes se dedican al turismo en playas cercanas, por lo que sería más fácil para ellos tomar el camión que los lleve al trabajo. Además, este era un punto alejado del río Cuixmala, que se desborda cuando hay inundaciones, por lo que quisimos mantenernos lo más alejados posible.

El diseño de la vivienda cuenta con dos habitaciones, cocina, comedor y sala, un baño completo y una pequeña terraza en el ingreso a la vivienda que se propuso para satisfacer ese gusto que tiene la gente de la costa por ver hacia el exterior en sus tiempos libres, platicar con el vecino, ver el movimiento del pueblo o simplemente relajarse y “chismear”. Todo esto en 50m².

Se utilizaron marcos de madera y contravientos para resistir los desplazamientos laterales y se levantó un metro para no tener problemas con las inundaciones y el viento que ocurre en las costas. Las columnas eran de 6”x 6” y las traveses de madera 10”x 4”, las vigas secundarias de madera 6”x 3”, para la cubierta se utilizó armaduras de madera a cada

cierta distancia. El sistema vertical eran muros hechos de quincha mejorada que se utilizaron como muros diafragma ya que no aportan por carga vertical, pero si para desplazamientos laterales.

- Plan de trabajo

Lorena, Paulina, Luis Rey, Ricardo			
Semana 1	26 al 30	Agosto	Contexto, propuesta arquitectonica y estructuración
Semana 2	2 al 6	Septiembre	Definir proyecto arquitectónico/comienzo de estructural
Semana 3	9 al 13	Septiembre	Terminar estructural/Empezar instalaciones
Semana 4	16 al 20	Septiembre	Terminar instalaciones y presupuesto
Semana 5	23 al 27	Septiembre	Renders y láminas
Semana 6	30 al 3	Septiembre/Octubre	Final, detalles de láminas y renders

Contexto

Usuario Familia de 4 personas

Ubicación Selva de Cuitzmala

Problemas Viento, sismo

Tabla: Cronograma de actividades en el semestre.

Como se puede apreciar en la tabla de arriba solo aparece lo que se pretendía entregar de avances de la propuesta del concurso para no dejar todo hasta el final y recibir retroalimentación para hacer una mejora en la propuesta y que no estuviera mal hecha o tuviera errores en los materiales elegidos y los que utilizan las personas que viven ahí.

3. Resultados del trabajo profesional

El resultado final que obtuvimos fue una vivienda de 50m² con los espacios básicos y necesarios para una familia de entre 3 y 4 integrantes.

Agregamos techos inclinados que no supimos si nos aumentó el número de metros cuadrados al final, pero que nos sirvieron como método de protección para los muros de quincha, pues no es bueno que estén en contacto con el agua y como techo para la terraza del ingreso principal.



Se levantó la casa un metro para protegerla de las inundaciones, así como proteger los muros de igual manera que con el techo.

Se optó por cubrir todas las celosías con mosquiteros como prevención contra el dengue y otras enfermedades transmitidas por cualquier tipo de insecto.

Logramos obtener un presupuesto de \$ 192,789.24 de los \$ 210,000.00 que teníamos como límite en el reglamento de la competencia.

Desafortunadamente, nuestro proyecto no obtuvo uno de los primeros tres lugares en la premiación y no sabemos exactamente en qué lugar quedamos.

Hicimos una comparativa, entre nuestro proyecto y el proyecto ganador como retroalimentación para poder entender nuestros puntos fuertes y débiles en comparación con lo que los jueces vieron en ese proyecto.

Equipo Metamorfosis	
Pros	Contras
Buena representación de lámina	Planta estructural se toma como en dos direcciones
Las problemáticas a las que se enfrentan son muy claras	Sin protección a los muros por los aleros
Diseñado para expansión a futuro	Las problemáticas no están justificadas claramente
Buenos gráficos de detalle constructivo	La cubierta de lámina puede calentar la vivienda
Las plantas están completas con su simbología	Renders interiores no aportan el espacio importante
Tienen humedales	Contravientos solo en una dirección
	La cubierta no soportaría pedazos de roca a causa de la explosión del volcán
	Inconsistencia en la representación estructural
	No pasa por desplazamientos laterales
	No tiene armado el cubo de concreto
	No hay protección en áreas húmedas
	Inconsistencia en presupuesto
	Mala distribución de los espacios
	Las instalaciones hidráulicas no están centralizadas

Equipo Opal	
Pros	Contras
Resiste acciones sismicas	Los detalles no tienen color que hace mas difícil entenderlos
Volados en los 4 lados para protección de muro	Más de 50 m2 de construcción
Materiales pensados para el confort térmico	El proyecto no estaba pensado para crecerlo en un futuro
Aislado para no tener problemas con la madera (1 metro arriba de NTN)	Conexiones mal diseñadas en cuanto a la comodidad
Propuesta pensada en el espacio social	No teníamos cuarto de servicio
Contravientos en dos direcciones	Sobrediseño de los elementos estructurales
Muros con protección con acabado de cal	
Ventilación e iluminación natural	

4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto

- **Aprendizajes profesionales**

José Ricardo Menchaca Robles

Poder trabajar en un grupo interdisciplinario y llegar a la mejor solución de una casa con las necesidades que necesitaba cada persona que vive en una casa y el rol que desempeña esta. Revisar que la casa pasara por desplazamientos laterales, fue un problema porque no podíamos manejar secciones tan grandes por el costo que iba a generar entonces se tuvo que optar por colocar contravientos de madera para disminuir estos desplazamientos. Creo que es un problema dar una solución que abarque muchos ámbitos cuando tienes un límite en el presupuesto porque no hay manera de hacerlo y se debe de optimizar muchas cosas para dar alcanzar este.

Luis Rey Salas Villaseñor

Considero que realizar un proyecto de este grado tiene un gran impacto, ya que sin ser la finalidad directamente, le estamos brindando una posible solución a los problemas con los que se cuentan en la zona analizada; pero desde mi punto de vista, sería muy complicado aplicar este método constructivo, ya que las personas están acostumbradas a

construir de forma convencional y es muy complicado hacer que se enfoquen por otra al no conocerla.

Lo anterior implica poner nuestros conocimientos en práctica, pero al mismo tiempo, desarrollar nuevos partiendo de las incógnitas que se generan en el transcurso de la elaboración del proyecto.

Lorena Castro Assad

Creo que el primer aprendizaje y el más importantes en este ámbito es en saber trabajar en equipo, con todo lo que conlleva, tanto en tiempos, como organización, como cada quien se divide los puntos a desarrollar conforme a sus habilidades y aptitudes.

De igual manera la información adquirida del contexto al que íbamos a construir nuestra vivienda es un reto, ya que es demasiados datos, pero que los datos fáciles de conseguir son los bastos, y ver los pequeños detalles para poder hacer que el proyecto, cumpla con lo que se necesita, sin tener en cuenta al cliente y la finalidad de este.

Paulina Villaseñor Cabello

Uno de los mayores aprendizajes y retos fue el aprender a trabajar en equipo con ingenieros civiles, pues tenemos diferentes maneras de pensar y de resolver problemas, los arquitectos queremos que las cosas se vean bien sin siempre saber si estructuralmente estamos haciendo lo correcto, y los ingenieros quieren hacer algo que soporte cualquier cosa dejando un poco de lado la parte estética o ergonometrica en la que los arquitectos nos basamos para cualquier cosa.

Otro de los retos fue la presión de saber que este concurso iba a ser revisado al pie de la letra y que el resultado final debía ser un proyecto que estuviera totalmente revisado y terminado como si se tratara de un cliente real, ya no era tanto un proyecto escolar en el que no llegas a un gran nivel de detalle al final de todo. Cosa que nos llevó a aplicar todos nuestros conocimientos en un sólo proyecto, fue una prueba para ver nuestro desempeño en algo real.

- **Aprendizajes sociales**

José Ricardo Menchaca Robles

El uso de materiales no convencionales y sustentables es un problema porque la mayoría de las personas piensa que se va caer porque no se ve rígido y esto es falso a veces las mejores estructuras son las dúctiles porque tiene un mejor comportamiento y te puedes esperar cuando van a colapsar mientras que las frágiles en cualquier momento fallan; estos materiales se deberían de utilizar en más construcciones porque se reduce la huella de carbono. Creo que me hace falta experiencia para poder dirigir un proyecto, conozco de temas estructurales, pero me hace falta un enfoque más arquitectónico para dar un mejor acomodo a los espacios y la ventilación que debe de tener la construcción.

Este proyecto no ayudó directamente a personas o grupo social, pero se puede utilizar como un prototipo de una casa y replicarse para que ayuden a personas a tener un refugio después de un desastre natural si es que su casa se destruyó o sufrió un daño muy fuerte y no se puede utilizar. Claro que se debe de revisar las secciones a ver si pasan cuando se cambie la zona sísmica de C a D porque ahí habría mayor cortante, pero en las otras zonas no habría problema.

Estaría super padre que cada año se junte un grupo de arquitectos e ingenieros civiles y le regalen un proyecto a un grupo social para solucionar algunos problemas que aquejan a la sociedad, con esto tendríamos una sociedad mucho más unida y participativa en la vida social y política lo cual haría un gran favor en la actualidad a México.

Luis Rey Salas Villaseñor

La realización de este proyecto dejó en claro la metodología a seguir para otros proyectos, ya que anteriormente no le daba tanto enfoque al contexto en el que se tenía pensado el desarrollo del proyecto, simplemente daba una solución sin tomar en cuenta lo anterior; lo cual no era lo adecuado, porque no estaba pensando en las costumbres de las personas y esto no le brinda comodidad a la sociedad, causando un mal proyecto.

Considero que debemos crear conciencia en la sociedad sobre los materiales de construcción utilizados, ya que el uso de los materiales convencionales (concreto-acero), es

uno de los mayores participantes con la huella de carbono al medio ambiente; por lo que la implementación de materiales sustentables es la mejor solución para disminuir la contaminación. El problema es que las personas no ven a los materiales sustentables como buenos, porque dicen no parecer resistentes sino todo lo contrario, que se ven frágiles y con ello las viviendas van a colapsar.

Lorena Castro Assad

Muchas veces creo que no nos enfocamos tanto a la parte social, siendo que es una de las principales en cualquier proyecto y más si es enfocado en la arquitectura o construcción. A mi perspectiva nos tuvimos que centrar en esta parte, ya que era vital para conocer los materiales a trabajar, su contexto, su estilo de vida, y lo más importante cómo se puede mejorar lo que ya se tiene, cuidando otros puntos importantes como el medio ambiente y contaminación.

Las problemáticas de la zona, también nos empujaron a ver cómo se podrían disminuir estos riesgos para el próximo desastre que ocurriera. El uso de materiales sustentables, en algún caso puede tender a que las personas piensen que no son tan resistentes como los convencionales, pero al darles una solución y hablarles para que lo conozcan creo que cambiaría su opinión para que vayan adaptándolo a sus viviendas, ya que su zona es muy rica en materia natural.

Paulina Villaseñor Cabello

Haber participado en este concurso, me hizo comprender la importancia que tiene prestar atención a las personas que tienen menos que nosotros.

En el ámbito arquitectónico, la apuesta siempre es conseguir grandes proyectos y querer hacer cosas increíbles y fuera de lo común. Sin embargo, nadie piensa que las personas que no pueden darse el lujo de pagar por un gran proyecto arquitectónico también tienen derecho a tener una vivienda digna, que se adapte a sus necesidades y costumbres, que ya comprobamos que no necesariamente debe ser algo costoso.

Pienso que debería existir más apoyo a este sector, y así cómo se hacen convocatorias de concursos, se deben de promover convocatorias voluntarias para realmente llevar a cabo proyectos de este tipo, donde gente con los conocimientos o el capital, quieran hacer algo para mejorar la calidad de vida del país.

- **Aprendizajes éticos**

José Ricardo Menchaca Robles

Como mencioné arriba estaría bien regalar un proyecto a una persona que lo necesite para que tenga el diseño de una casa y esta persona pueda empezar a construir, para con esto evitar que sea una construcción sin seguridad estructural y en caso de un desastre natural pueda colapsar.

Luis Rey Salas Villaseñor

Me parece adecuado que este proyecto no solamente se quede en el diseño, sino que también se realice la construcción de este para las personas que realmente lo necesitan, ya que la mayoría de las viviendas existentes en la localidad, no están diseñadas adecuadamente para resistir los fenómenos naturales de la zona. Es muy importante que nosotros como responsables del diseño, llevemos a cabo este de la manera correcta para resguardar la vida de las personas.

Lorena Castro Assad

Hablando sobre la parte ética, pienso que en primera instancia está eso en el proyecto, ya que pensamos primero en las personas, en el sector donde las personas batallan mucho más para tener una vivienda digna con todos los servicios que se deben. El tener que usar materiales como barro, madera, bambú, creo que habría una mayor relación con el cliente ya que aparte de explicarles sus características, podríamos explicarles la construcción, como se aplica para que en un futuro ellos puedan hacerlo de manera autónoma, y sin algún peligro de que en el siguiente desastre se derrumbe.

Paulina Villaseñor Cabello

Creo que es una lástima encontrarse con proyectos de “interés social” que no cumplen realmente con parámetros estructurales reales o con la más mínima pizca de calidad, confort o diseño que son esenciales en una vivienda para cualquier tipo de persona, pertenezca al sector que pertenezca.

Pienso que aprovecharse de situaciones como esta está muy mal en todos los sentidos. Si no se hacen las cosas bien puede haber consecuencias, ya sea accidentes por falla estructural o en este caso por desastres naturales o simplemente el confort térmico que resultaría de nuestra elección de materiales y la calidad de nuestros espacios, son temas que la persona que habite tendrá que soportar día a día, sin poder hacer mucho al respecto.

Creo que un acierto que tuvimos fue realmente pensar en las personas que habitaran nuestra vivienda e imaginarnos su estilo de vida, sus costumbres y las cosas que nosotros pensamos que cualquier persona necesita o le gustaría tener.

- **Aprendizajes en lo personal**

José Ricardo Menchaca Robles

Que en México hace falta mucha investigación y apoyo a materiales que no son convencionales y son una excelente solución a algunos problemas que nos aquejan muy seguido, como la construcción después de casas después de un fenómeno natural (sismo) y que tardan muchos años el gobierno en construir casas a los damnificados. Que se deben de tomar diferentes enfoques en cualquier cosa que se trabaje porque si solo resuelves el problema desde un solo punto de vista se vuelve algo monótono y que no sale de la caja, mientras que si se aborda desde otros puntos de vista la solución sería muy buena y puede ser que hasta sea algo innovador.

Luis Rey Salas Villaseñor

Me impresiona como al estar trabajando con un grupo, combinado por arquitectos e ingenieros civiles, se pueden obtener distintos puntos de vista sobre las soluciones, y

partiendo de estos hacer una combinación u optar por el mejor para poder brindar la mejor solución al problema; por otra parte, esta interacción en ocasiones se hace tensa al no tener la misma concepción sobre los conocimientos. De igual forma, considero que en México falta el fomento de la construcción en madera, porque las personas piensan que al tener una construcción de estas, esta va a tener menor resistencia y su casa se va a colapsar, lo cual no es verídico si el diseño es el adecuado.

Lorena Castro Assad

Creo que en México y en otros países, la utilización de materiales sustentables, y de viviendas sostenibles, debe ser un tema con más explotación al igual a que más personas lo conozcan y sean conscientes de lo que se puede hacer con ellos.

La técnica de la quincha es algo que se ha utilizado desde mucho tiempo, pero que pocos lo conocen ahorita, y me parece una técnica que se puede desarrollar muy bien en nuestro país por las propiedades que tiene nuestra naturaleza.

Paulina Villaseñor Cabello

Creo que no fue tan fácil participar en este concurso como parecía, pues al final todo lo que propusimos fue basado en investigaciones sin embargo nunca realmente conocimos el lugar y utilizamos materiales de los cuales yo no tenía conocimiento anterior, como la quincha, por ejemplo. No digo que no hayamos hecho bien el proyecto, sin embargo, creo que en la vida real no podrías hacer algo así sin con la cantidad de investigación que tuvimos, sin embargo, pienso que fue una buena propuesta, que si se quisiera construir necesitaría un poco de detalles.

Sería interesante que más gente conociera otras alternativas de materiales de construcción, que, aunque a veces pudiera parecer más costoso y trabajoso, se debe analizar si lo que quieres es ayudar al cliente, al medio ambiente o ti mismo en lugar de tomar decisiones sin pensarlo.

5. Conclusiones

Respecto a los resultados obtenidos, se concluye que la solución a la problemática no fue la mejor para los jueces, sin embargo, esto no quiere decir que no fue la solución óptima, sino que al analizar nuestra propuesta desde otra perspectiva, pudieron notar detalles que nosotros no.

Me hubiera gustado escuchar la opinión directa del jurado, sobre por qué nuestra propuesta no fue la ganadora o realmente qué lugar obtuvimos en la premiación y por qué.

6. Bibliografía

Administración Pública De La Ciudad De México (2017). Normas Técnicas Complementarias Para La Revisión De Seguridad Estructural En Edificaciones. Ciudad De México: Gaceta Oficial De La Ciudad De México.

Design Of Wood Structures--asd/Lrfd. (2007). New York: Mcgraw-hill. Retrieved From <HTTP://SEARCH.EBSCOHOST.COM.EZPROXY.ITESO.MX/LOGIN.ASPX?DIRECT=TRUE&DB=EDSHLC&AN=EDSHLC.012597641.0&LANG=ES&SITE=EDS-LIVE>

6. Anexos

Memoria de Cálculo para Armadura

Características de la Estructura

La estructura son marcos rígidos resistentes a momento. Las columnas eran de 6"x6" y las trabes de madera 10"x 4", las vigas secundarias de madera 6"x 3", para la cubierta se utilizó armaduras de madera a cada cierta distancia. El sistema vertical eran muros hechos de quincha mejorada que se utilizaron como muros diafragma ya que no aportan por carga vertical, pero si para desplazamientos laterales.

El sistema de entepiso de madera se utilizó una duela de 1" de espesor que se apoya en unos montantes con separación de 78.6 cm entre cada uno. Los montantes son de 8" de peralte y 3" de base y tienen una longitud de 2.7 metros cada uno. Se consideró plafón para cubrir por debajo de la armadura (este se puede no utilizar) y se consideró un peso de 8.1 kg/m² y las instalaciones sanitarias, hidráulicas y eléctricas de 20 kg/m².

Se utilizó el Reglamento de Construcción de Guadalajara para obtener las cargas vivas de entepiso. La carga viva para utilizar fue de casa-habitación y cubierta: 190 kg/m² y 40 kg/m² respectivamente.

TABLA DE CARGAS VIVAS UNITARIAS, EN kg./m²

<i>Destino de piso o cubierta</i>	<i>w_m</i>	<i>Observaciones</i>
a) Habitación (casa/habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	190	(1)
b) Oficinas, despachos y laboratorios	250	(2)
c) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	400	(3) (4)
d) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales incluyendo salones de baile y gimnasios	480	(5)
e) Otros lugares de reunión (templos, cines, teatros, restaurantes, áreas de lectura en bibliotecas, aulas, salas de juego y similares)	350	(5)
f) Comercio, fábricas, talleres, bodegas y áreas de almacenaje	w _m	(6)
g) Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5%	100	(4) (7)
h) Cubiertas y azoteas con pendiente mayor de 5%	40	(4) (7) (8)
i) Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	300	
j) Garajes y estacionamientos (para automóviles exclusivamente)	250	(9)

Figura 1. Cargas Vivas Unitarias. Fuente: Reglamento de Construcción de Guadalajara 1997

Teniendo estos datos se procedió al análisis de cargas del entepiso de madera para poder diseñar los montantes que se apoyarán en la armadura y en las traveses de madera.

Análisis de cargas - Azotea madera

Azotea

Entrepiso de madera con duela de 2.54 cm, separación de vigas a 78.6 cm			
Material	Cantidad	ρ (kg/m ³)	W (kg/m ²)
Duela h=2.54cm	2.54 cm	500	12.7
Plafón	-	-	8.1
Instalaciones	-	-	20
CM Total			40.80 kg/m ²
CM Redondeado			41.00 kg/m ²

Cargas vivas CV

Azotea > 5%

W (kg/m ²)	W _{acc} (kg/m ²)	W _{max} (kg/m ²)
	20	40

Tabla: Análisis de carga de azotea sin montantes

En la siguiente tabla se presenta el análisis de cargas del entrepiso de la casa.

Análisis de cargas - Entrepiso madera

Entrepiso

Entrepiso de madera con duela de 2.54 cm, separación de vigas a 78.6 cm			
Material	Cantidad	ρ (kg/m ³)	W (kg/m ²)
Duela h=2.54cm	2.54 cm	500	12.7
Plafón	-	-	8.1
Instalaciones	-	-	20
CM Total			40.80 kg/m ²
CM Redondeado			41.00 kg/m ²

Cargas vivas CV

Casa-habitación

W (kg/m ²)	W _{acc} (kg/m ²)	W _{max} (kg/m ²)
70	100	190

Tabla: Análisis de carga de entrepiso sin montantes

Teniendo este análisis de cargas se procedió a diseñar las vigas de entrepiso y los montantes de la azotea, estas se metieron en el modelo del staad para y solo se colocó la carga de piso para que se distribuyera a las trabes.

Para el diseño de los montantes y vigas se utilizó el reglamento de NDS, con base al libro de diseño de estructuras de madera LRFD ASD. La filosofía de diseño utilizada fue LRFD (Factores de carga y resistencia). El módulo elástico que se utilizó fue de $E_{min} = 172250 \text{ kg/cm}^2$, resistencia a la flexión $f_{flex} = 310 \text{ kg/cm}^2$. El peso volumétrico que se utilizó fue de $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$.

Combinaciones de carga utilizadas para diseño del montante:

- 1.4 D.
- 1.2 D + 1.6 L.

Combinaciones de carga para servicio:

- D.
- D + L.

lu =	332	cm
d =	15.24	cm
b =	7.62	cm

lu/d	21.7847769
------	------------

le =	586.88	cm
------	--------	----

R _B =	12.4111541
φ _b =	0.85
φ _s =	0.85
C _t =	0.9
C _i =	0.8
C _M =	0.8
C _c =	1
C _F =	1
C _r =	1
C _T =	1
λ =	0.8
K _F =	2.16

E _{min} =	172250	kg/cm ²
E' _{min n} =	84333.6	kg/cm ²

F _b =	310
F' _{bxn} =	262.268928
F _{bEn} =	656.988173
C _L =	0.96940184

F _{bxn} =	254.243983	kg/cm ²
M _n =	749.936235	kg*m

Longitud =	3.32	m
Ancho =	0.9	m
ρ _{madera} =	500	kg/m ³

W =	324.847728	kg/m
-----	------------	------

Mu =	447.5752	kg*m
------	----------	------

60%

Tabla: Diseño de vigas de entepiso de madera con factores de carga y resistencia

En la siguiente tabla se presenta el diseño de las montantes que conecta a cada vertical de la armadura.

lu =	320	cm
d =	10.16	cm
b =	5.08	cm

lu/d	31.496063
------	-----------

le =	552.08	cm
------	--------	----

R _B =	14.7429417
φ _b =	0.85
φ _s =	0.85
C _t =	0.9
C _i =	0.8
C _M =	0.8
C _c =	1
C _F =	1
C _r =	1
C _T =	1
λ =	0.8
K _F =	2.16

E _{min} =	172250	kg/cm ²
E ¹ _{min.n} =	84333.6	kg/cm ²

F _b =	310
F ¹ _{bxn} =	262.268928
F _{bEn} =	465.600661
C _L =	0.94603609

F _{bxn} =	248.115872	kg/cm ²
M _n =	216.847503	kg*m

Longitud =	3.2	m
Ancho =	1.15	m
ρ _{madera} =	500	kg/m ³

W =	133.276768	kg/m
-----	------------	------

Mu =	170.594263	kg*m
------	------------	------

79%

Tabla: Diseño de montantes de madera en azotea con factores de carga y resistencia

En la siguiente foto se muestra el modelo del staad que se utilizó para diseñar de las columnas, contravientos y trabes de la casa. En este modelo se dieron de alta todas las cargas verticales del análisis y se hizo un análisis dinámico del sismo, metiendo el espectro de diseño de la zona sísmica que se encontraba.

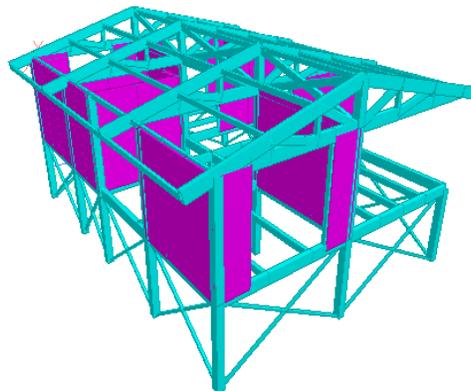


Ilustración: Modelo del staad con todos elementos estructurales

		Clase
		Datos
$F_R =$		0.8
$f_{cu}' (kg/cm^2) =$		600
$K_e =$		2.16
$\lambda =$		0.6
$C_m =$		0.8
$C_s =$		0.9
$C_f =$		1
$C_i =$		0.8
$C_T =$		1
$f_{cu} (kg/cm^2) =$		447.8976

Contravientos			$T_R (kg) =$	9246.9
$b (cm) =$	5.08	cm		
$h (cm) =$	5.08	cm		
$A =$	25.8064	cm ²		

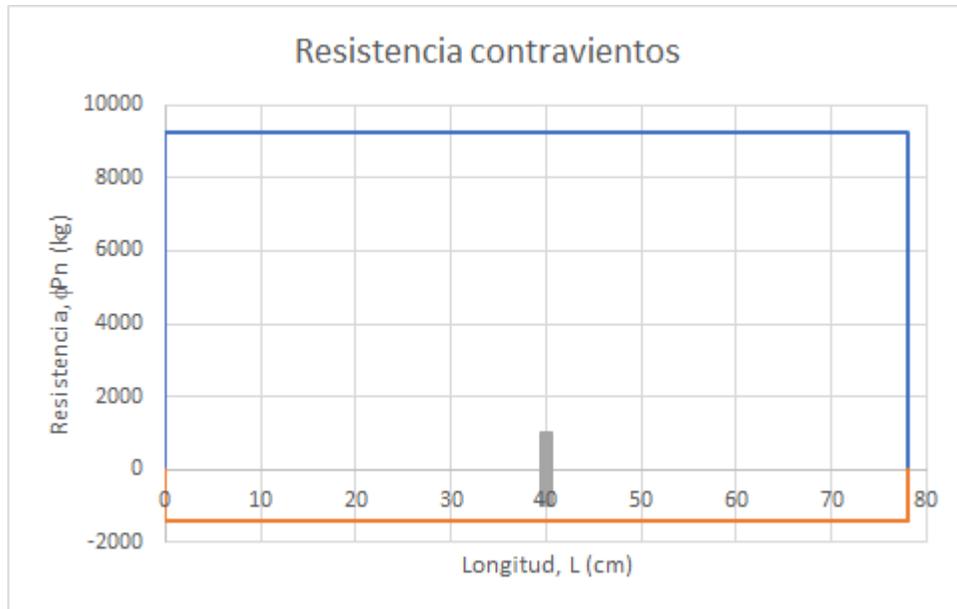
Compresión contravientos

		Clase
		Datos
$F_R =$		0.9
$F_{RE} =$		0.85
$f_{cu}' (kg/cm^2) =$		210
$K_e =$		2.16
$\lambda =$		0.6
$C_m =$		0.8
$C_s =$		0.9
$C_f =$		1
$C_i =$		0.8
$C_T =$		1
$K_{cE} =$		0.822
$E_{0.05} (kg/cm^2) =$		172250

Contravientos			$C_R (kg) =$	-1416.92
$E_{min} (kg/cm^2) =$	84333.6			
$c =$	0.8			
$f_{cEn} (kg/cm^2) =$	61.90162			
$b (cm) =$	5.08			
$h (cm) =$	5.08			
$L_u (cm) =$	170			
$f_{cn} (kg/cm^2) =$	141.0877			
$C_p =$	0.38916			
$K_o =$	1			
$A (cm^2) =$	25.8064			

Tabla: Diseño de contravientos con factores de carga y resistencia

Se hizo una gráfica de todas las cargas que podría recibir este contraviento y la resistencia que tiene para verificar que es correcto.



Gráfica: Resistencia y fuerzas actuantes en el contraviento

Teniendo los contravientos diseñados se prosiguió a hacer el diseño de las trabes y columnas de madera tomando el caso de la más crítica ya que si estos elementos pasaban era obvio que los otros elementos también.

Beam	L/C	Fx (kg)	My (kg*m)	Mz (kg*m)	CR (kg)	φMny (kg*m)	φMnz (kg*m)	%
81	6 1.4 CM	-121.909	2.267	18.395	-3714.62165	738.845399	1818.24698	3%
		121.909	-1.263	23.644	-3714.62165	738.845399	1818.24698	3%
	7 1.2 CM + 1.6 CVMAX	-148.917	2.015	24.395	-3714.62165	738.845399	1818.24698	4%
		148.917	-3.7	21.458	-3714.62165	738.845399	1818.24698	4%
	8 1.2 CM + 1.0 CVMAX + 1.4 +SX	-118.276	92.572	82.769	-3714.62165	738.845399	1818.24698	19%
		118.276	-19.065	8.831	-3714.62165	738.845399	1818.24698	5%
	9 1.2 CM + 1.0 CVMAX + 1.4 -SX	-146.24	-88.596	-40.449	-3714.62165	738.845399	1818.24698	16%
		146.24	13.628	33.191	-3714.62165	738.845399	1818.24698	6%
	10 1.2 CM + 1.0 CVMAX + 1.4 +SX +.42 +SZ	-107.014	137.096	87.705	-3714.62165	738.845399	1818.24698	25%
		107.014	-48.267	7.321	-3714.62165	738.845399	1818.24698	8%
	11 1.2 CM + 1.0 CVMAX + 1.4 +SX +.42 -SZ	-129.539	48.049	77.833	-3714.62165	738.845399	1818.24698	13%
		129.539	10.137	10.342	-3714.62165	738.845399	1818.24698	4%
	12 1.2 CM + 1.0 CVMAX + 1.4 -SX +.42 +SZ	-134.977	-44.072	-35.513	-3714.62165	738.845399	1818.24698	10%
		134.977	-15.574	31.68	-3714.62165	738.845399	1818.24698	6%
	13 1.2 CM + 1.0 CVMAX + 1.4 -SX +.42 -SZ	-157.503	-133.119	-45.385	-3714.62165	738.845399	1818.24698	23%
		157.503	42.83	34.701	-3714.62165	738.845399	1818.24698	10%
	14 1.2 CM + 1.0 CVMAX + 1.4 +SZ	-94.716	150.4	37.614	-3714.62165	738.845399	1818.24698	24%
		94.716	-100.058	15.976	-3714.62165	738.845399	1818.24698	16%
	15 1.2 CM + 1.0 CVMAX + 1.4 -SZ	-169.8	-146.423	4.706	-3714.62165	738.845399	1818.24698	22%
		169.8	94.622	26.046	-3714.62165	738.845399	1818.24698	17%
	16 1.2 CM + 1.0 CVMAX + 1.4 +SZ +.42 +SX	-90.522	177.575	56.096	-3714.62165	738.845399	1818.24698	28%
		90.522	-104.962	12.322	-3714.62165	738.845399	1818.24698	16%
	17 1.2 CM + 1.0 CVMAX + 1.4 +SZ +.42 -SX	-98.911	123.225	19.131	-3714.62165	738.845399	1818.24698	19%
		98.911	-95.154	19.63	-3714.62165	738.845399	1818.24698	15%
	18 1.2 CM + 1.0 CVMAX + 1.4 -SZ +.42 +SX	-165.606	-119.248	23.189	-3714.62165	738.845399	1818.24698	20%
		165.606	89.718	22.392	-3714.62165	738.845399	1818.24698	16%

Tabla: Resistencia y fuerzas actuantes en las trabes de madera

Beam	Node	Fx (kg)	My (kg*m)	Mz (kg*m)	CR (kg)	ϕ Mny (kg*m)	ϕ Mnz (kg*m)	%	
	1	41	783.498	-7.062	-2.27	-13008.6674	995.702826	995.702826	4%
		81	-740.577	-5.437	3.44	-13008.6674	995.702826	995.702826	4%
		41	1054.646	-9.504	-5.141	-13008.6674	995.702826	995.702826	6%
		81	-1017.857	-6.971	5.037	-13008.6674	995.702826	995.702826	5%
		41	1147.746	13.344	1.266	-13008.6674	995.702826	995.702826	6%
		81	-1110.956	-30.209	-1.609	-13008.6674	995.702826	995.702826	7%
		41	674.24	-29.764	-9.151	-13008.6674	995.702826	995.702826	6%
		81	-637.45	18.001	10.117	-13008.6674	995.702826	995.702826	5%
		41	1184.089	17.816	2.739	-13008.6674	995.702826	995.702826	7%
		81	-1147.299	-35.71	-2.637	-13008.6674	995.702826	995.702826	8%
		41	1111.403	8.872	-0.207	-13008.6674	995.702826	995.702826	5%
		81	-1074.613	-24.709	-0.581	-13008.6674	995.702826	995.702826	7%
		41	710.583	-25.292	-7.678	-13008.6674	995.702826	995.702826	6%
		81	-673.793	12.5	9.089	-13008.6674	995.702826	995.702826	5%
		41	637.897	-34.236	-10.625	-13008.6674	995.702826	995.702826	7%
		81	-601.107	23.502	11.144	-13008.6674	995.702826	995.702826	6%
		41	1032.136	6.697	0.968	-13008.6674	995.702826	995.702826	5%
		81	-995.346	-24.441	0.827	-13008.6674	995.702826	995.702826	6%
		41	789.849	-23.117	-8.853	-13008.6674	995.702826	995.702826	6%
		81	-753.06	12.232	7.68	-13008.6674	995.702826	995.702826	5%
		41	1103.162	13.163	2.53	-13008.6674	995.702826	995.702826	6%
		81	-1066.372	-31.672	-0.931	-13008.6674	995.702826	995.702826	7%
		41	961.11	0.231	-0.595	-13008.6674	995.702826	995.702826	4%
		81	-924.32	-17.209	2.586	-13008.6674	995.702826	995.702826	6%
		41	860.875	-16.651	-7.29	-13008.6674	995.702826	995.702826	6%
		81	-824.086	5	5.921	-13008.6674	995.702826	995.702826	4%
		41	718.824	-29.584	-10.416	-13008.6674	995.702826	995.702826	7%
		81	-682.034	19.463	9.439	-13008.6674	995.702826	995.702826	6%

Tabla: Resistencia y fuerzas actuantes en las columnas de madera

