



PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN ALTERNATIVA DESPUÉS DEL SISMO DEL 2016 EN CANOA, ECUADOR

María de Lourdes Abad Rodas¹, Sarah Hanen Bauer²

¹Red Proterra: labad11@hotmail.es

²Colectivo Madre Tierra: livntobe@gmail.com

Palabras clave: sismo, comunidad, arquitectura vernácula

Resumen

Ecuador vivió, en abril 2016, un terremoto de 7,8 M_w , con epicentro en la provincia de Manabí que reveló la fragilidad de las estructuras edificadas frente a los sismos, tanto de las nuevas construcciones como de las patrimoniales de arquitectura vernácula. Fallecieron 671 personas, colapsaron 6662 viviendas, 71 km de vías fueron destruidos. Luego del terremoto, se activaron las alarmas y varias organizaciones sociales de todo el Ecuador y de otros países pusieron en marcha ayudas humanitarias apoyando a la población en los primeros días, y posteriormente en trabajos de organización para distribuir los recursos alimentarios, de servicios básicos, agua, luz, desagües y alberges. En la parroquia Canoa en el sector urbano, se concentraron esfuerzos para brindar a la población capacitación en técnicas constructivas seguras, que, además, ponen en valor las tradiciones constructivas locales, como es la técnica del bahareque. La realización de talleres prácticos de construcción con bahareque ha permitido su difusión, y su reutilización, conjuntamente con el uso de hormigón armado como refuerzo de suelos y cimentaciones.

1 INTRODUCCIÓN

En 16 de abril del 2016, un terremoto de 7,8 M_w devastó la costa norte de Ecuador. Los informes oficiales dan una cifra de 663 muertos y cerca de 80.000 personas desplazadas. En la provincia de Manabí, en el pequeño pueblo turístico de Canoa, habitado por 2.200 personas, más del 80% de las estructuras fueron dañadas, destruidas y demolidas¹.

De las 10 ciudades más afectadas por el terremoto, el 42,3% de la población estaban viviendo muy por debajo de la línea de pobreza y 74,4% no tenía acceso a servicios básicos como agua potable, alcantarillado y electricidad². La violencia doméstica era común entre casi la mitad de la población en estas provincias, mientras que el analfabetismo y el embarazo adolescente crean difíciles obstáculos para el progreso de la gente. La mayoría de estas familias pobres habían perdido todo. Se trasladaron de los escombros de sus casas a refugios insalubres de plástico al lado de la carretera³.

Luego del terremoto, se activaron las alarmas y varias organizaciones sociales de todo el Ecuador y de otros países pusieron en marcha ayudas humanitarias apoyando a la población en los primeros días, y posteriormente en trabajos de organización para distribuir los recursos alimentarios, de servicios básicos, agua, luz, desagües y alberges. Una de estas organizaciones es Madre Tierra, un colectivo cuyo objetivo principal es “impulsar

¹https://www.humanitarianresponse.info/sites/www.humanitarianresponse.info/files/documents/files/ocha_20161015_informe_6_meses.pdf

² En marzo de 2016 la línea de pobreza en Ecuador está establecida en \$84,25 mensuales (dólares americanos). Así pues, se considera a una persona en Ecuador pobre por ingresos si percibe un ingreso familiar per cápita menor de \$84,25 mensuales y la línea de pobreza extrema se establece si se perciben menos de \$47,48. INEC (2016)

³ Información obtenida del Final report: Global Giving Grant - Proyecto Samán / Hearts of Gold de 2018, no publicado. Existe información de todas las etapas del proyecto en la página del Colectivo Madre Tierra que se encuentra en <http://cmadretierra.com/web/>, y, sobre uno de los grandes auspiciantes Hearts of Gold, se tiene información en <http://heartsofgoldfoundation.org/>

espacios de encuentro e intercambio innovador y creativo para aprender juntos y difundir la reciprocidad hacia la vida⁴. Conjuntamente con varios grupos de apoyo entre ellos la Universidad del Azuay; 200 voluntarios de todas partes del mundo acudieron apoyar el trabajo, entre ellos profesionales de diferentes áreas: técnicas, sociales, salud, así como jóvenes emprendedores.

La primera intervención en la comunidad fue construir y mantener un campamento temporal para las familias afectadas por el terremoto. Un residente local prestó 2 hectáreas de tierra, para 36 familias, con grandes árboles llamados Samán, que dio el nombre al proyecto⁵.

El dolor y sufrimiento ocasionado por el terremoto ha permitido que las comunidades observen el comportamiento de sus construcciones: cuáles no resistieron y cuáles respondieron de mejor forma, no se cayeron.

Además del trabajo social, cultural y psicológico realizado con la población que vivió el trauma de un terremoto, se vio la necesidad de que la comunidad tome conciencia sobre la necesidad de que la construcción de sus viviendas se realice en forma segura, así se tengan pocos recursos económicos. Por ello desde el inicio en el Campamento Samán conjuntamente con las carpas, se utilizaron materiales naturales, madera, bambú, hojas de palma, construyendo espacios con tecnología tradicional de la costa ecuatoriana. Se implementó 12 baños ecológicos de compostaje, 16 duchas, un taller de herramientas, una estación de servicio de lavandería, un lugar para carne corte de la estación, estación de lavado de platos. Se hicieron cocinas y huertas comunitarias, así como una despensa donde las familias eligieron lo que necesitan de las donaciones, que fueron adquiriendo por un sistema de puntos.

El trabajo dentro del Proyecto Samán permitió evidenciar la pérdida de las tradiciones constructivas locales. Se constata el uso incorrecto de materiales industrializados, y por lo tanto la necesidad de trabajar con la comunidad de Canoa para rescatar su técnica constructiva, del bahareque; y, además capacitar sobre el correcto uso del hormigón armado, sus procesos constructivos, el uso de materiales limpios y el cumplimiento de la normativa ecuatoriana

2 DESARROLLO

Con la realización de talleres prácticos de construcción con tierra, del bahareque, y su correcta vinculación con sistemas constructivos actuales que utilizan el hormigón armado, se pudo comunicar a la población que es necesario tomar conciencia en el proceso constructivo de sus viviendas para que se construya en forma segura, a pesar de que la inversión que realicen sea mínima.

Luego de tres años del sismo, la población sabe que sus construcciones deben cumplir la norma ecuatoriana de la construcción⁶ (NEC) actualizada en 2015⁷, y se tiene un mayor cuidado al momento del diseño de las estructuras. Los cabildos de los cantones Pedernales, Jama, San Vicente, Sucre, Manta y Portoviejo aprobaron reformas a sus ordenanzas y los requisitos se volvieron más estrictos para avalar los permisos de construcción. Esto fue

⁴ <http://heartsofgoldfoundation.org/>

⁵ Proyecto Samán es una iniciativa de base centrada en ayudar a las familias que sobrevivieron al devastador terremoto que sacudió la costa norte de Ecuador en abril de 2016. Trabajando con grupos internacionales y ecuatorianos, organizaciones, voluntarios y ciudadanos, su misión es transformar una situación vulnerable en una comunidad saludable proporcionando oportunidades que construyan vidas dignas y sostenibles

⁶ La NEC, promovida por la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), tiene como objetivo principal la actualización del Código Ecuatoriano de la Construcción (2001), con la finalidad de regular los procesos que permitan cumplir con las exigencias básicas de seguridad y calidad en todo tipo de edificaciones como consecuencia de las características del proyecto, la construcción, el uso y el mantenimiento; especificando parámetros, objetivos y procedimientos con base a criterios previamente establecidos

⁷ Registro Oficial año II, n° 413 en 10 de enero de 2015

posible tras las resoluciones administrativas de las direcciones de planificación aprobadas por los Concejos Municipales; sin embargo, el control de los procesos en obra es muy incipiente o no existe.

Por este motivo es necesario difundir los resultados de los diagnósticos realizados sobre el colapso de los edificios por el sismo del 16 de abril de 2016, en forma resumida las principales fallas que varios equipos de investigadores (Aguar; Mielles, 2016) encontraron son: columna corta, columna débil viga fuerte, falta de confinamiento en la unión viga columna, adición de pisos no planificados en el cálculo original, piso blando, edificio abierto generalmente esquinero, licuefacción de suelos. Se diseñaron estructuras flexibles sin la presencia de muros de corte, solo con vigas y columnas. Las edificaciones flexibles tienen grandes desplazamientos laterales y ahí actúa el efecto $P - \Delta$ que hace que se deforme más la estructura y en buena parte de los edificios de la zona cero, en el centro de Portoviejo, colapsaron.

Estos estudios se han realizado para ciudades más grandes como Manta y Portoviejo, Bahía de Caráquez en donde existían y existen edificios de altura de más de 4 pisos; sin embargo, para las ciudades y poblados pequeños son pocas las investigaciones sobre las causas y consecuencias de un diseño mal ejecutado para los edificios construidos de hormigón armado. Pudiendo asumir las mismas conclusiones a los que llegan los expertos sobre las fallas sísmicas en los edificios en las grandes ciudades, en Canoa colapsaron edificaciones de hormigón como es el caso del Hotel Royal Pacific que literalmente toda la planta baja se hundió, la estructura se mantuvo, pero la base no resistió.

Sin embargo, es importante señalar el gran número de estructuras de madera que se mantuvieron sin daños, otras con daños puntuales y algunas que se derrumbaron, pero que no comprometieron la vida de sus ocupantes.

Las estructuras de madera que se mantuvieron fueron aquellas cuyos pilares no estaban podridos, tenían un buen sistema constructivo con triangulaciones, y tenían cubiertas livianas.



Figura 1. a) Hotel Royal Pacific, estructura de hormigón armado; b) Hotel Amalur, planta baja de ladrillo y columnas de hormigón, planta alta de madera (crédito: S. Hannen, abril 2016)

Luego de ocurrido el sismo se ha hablado mucho de las deficiencias constructivas y de control, que dejó en evidencia el uso de materiales no aptos para la fabricación del hormigón como el caso de la arena de mar, sin embargo, este último es posiblemente uno de los tantos problemas asociados a la mala ejecución de las obras.

En el caso de la madera, como se ha dicho y se evidencia a pesar de ser edificaciones ejecutadas sin normas de construcción, por personal "no calificado" han logrado responder mejor frente al sismo. Existen varios ejemplos en donde las viviendas a pesar de no haber sido ejecutadas adecuadamente, pues no se dispone de diagonales ni elementos que

triangulen su estructura, se han mantenido en pie, sin significar un riesgo fatal para sus ocupantes.

En general, la población de las áreas rurales de la costa, y de los pequeños poblados no se encuentran en capacidad económica de contratar mano de obra especializada, y peor aún técnicos calificados.

Es imprescindible tomar en cuenta las capacidades de inversión económica en vivienda de las familias más empobrecidas para poder actuar con principios basados en la realidad y pensar en proyectos asequibles y accesibles.

Del análisis elaborado por especialistas de CRAtierra y otras instituciones (Sevillano, 2016) después del sismo del 2016⁸, las condiciones económicas y sociales del país no han mejorado. La necesidad de vivienda se sigue resolviendo de una manera tradicional, con materiales naturales y autoconstrucción, de aquí la urgencia de la realización de taller prácticos a las comunidades para preservar y mejorar las tradiciones constructivas locales, en base al conocimiento acumulado a través del tiempo y del buen sentido común que es la manera como muchos, han resuelto sus necesidades.

3 TALLER DE BAHAREQUE

Al poco tiempo del terremoto, el colectivo Madre Tierra recibió peticiones para inspeccionar las edificaciones que sufrieron daños. Posteriormente, al observar el equipamiento construido tradicionalmente con madera de diferentes especímenes identificadas como las de Guayacán, bambú y paja dentro del proyecto Samán, surgieron varios interesados para que se diseñe sus viviendas con bahareque, pero con seguridad estructural en sus bases; de esta manera se tuvo la oportunidad de diseñar la primera casa para una de las familias afectadas por el sismo.

El diseño partió de las necesidades de los propietarios de un lote en el que tenían su vivienda, cuyas paredes se derrumbaron durante el sismo; sin embargo, la loza de hormigón del piso en la planta baja, resistió. En el proyecto se reforzó la loza como base de la estructura propuesta de madera de pilares y vigas. La madera de Guayacán fue reutilizada y complementada con correas, pares y riostras de madera de Teka. La cubierta utilizada es liviana con láminas de zinc.

Inicialmente los propietarios pidieron se diseñe la casa con relleno de caña abierta de guadua, hacia el exterior y tabiques de yeso de planchas industrializadas en el interior. Luego de demostrar las ventajas de usar revoques de tierra para cubrir la caña guadua como protectores contra la invasión de mosquitos, e insectos y como aislamiento térmico, los propietarios cambiaron de opinión pues veían a los revoques de barro, como un material no apto para su construcción.

⁸Una familia media de la costa ecuatoriana está compuesta por alrededor de 4 personas; Se puede considerar que la capacidad de inversión en vivienda es de alrededor de 1/3 de los ingresos familiares; Una familia pobre por ingresos de 4 miembros tiene unos ingresos de menos de \$337 \$ al mes. De este modo, esta familia podría invertir 112 \$ al mes, es decir unos 1344 \$ al año; Una familia de 4 miembros considerada pobre extrema por ingresos tiene unos ingresos de menos de 190 \$ al mes, por lo que podría invertir en vivienda como máximo 63 \$ al mes, es decir 760 \$ al año; Según ONU Hábitat y el MIDUVI, una unidad de vivienda considerada como asequible para una familia pobre ecuatoriana costaría entre 20.000 y 30.000 \$ - Una familia pobre por ingresos tardaría como mínimo 14 años en pagar la vivienda considerada como asequible. - Una familia pobre extrema por ingresos tardaría como mínimo 26 años en pagar la vivienda más barata de este rango; Otro rango de costo de vivienda puede venir dado por las viviendas modulares palafíticas de 4 m x 4,90 m construidas con materiales locales (ejemplo el proyecto Hogar de Cristo), que pueden costar un mínimo de 2.000 \$ con transporte y montaje incluidos. - Una familia pobre por ingresos tardaría alrededor de 1,5 años en pagar la vivienda. - Una familia pobre extrema por ingresos tardaría unos 3 años en pagar esta vivienda; Finalmente, un costo intermedio según datos de la Cruz Roja, sería el de una vivienda sobre elevada de tipología tradicional de caña y madera en zona rural. En la provincia de Manabí este tipo de vivienda cuesta en torno a 100-150 \$/m². Una vivienda de unos 35-40 m² puede costar en torno a 4.000 o 5.000 \$. (Sevillano, 2016, apartado 3.2. Capacidad de inversión en vivienda).

Uno de los problemas de la población que está bajo la línea de la pobreza en la costa es que no revocan sus casas, ocasionando que penetren mayor número de mosquitos, y una mayor temperatura.

Durante la construcción y en el taller se dieron algunas charlas en las que los asistentes, pudieron observar en Jama y en Bahía, ciudades cercanas a Canoa, que en algunas edificaciones en donde había revoques de tierra, estaban en buenas condiciones y resistieron los movimientos sísmicos con pequeñas fisuras.

El equipo de albañiles que construyó las bases fue liderado por un técnico especializado en construcciones de hormigón, y capacitados con clases en el sitio para la lectura de planos, así como para el corte, y colocación de los hierros. Para la fabricación del hormigón se contó con una hormigonera de un saco, y parihuelas⁹ para la medición de la arena y el ripio, se realizaron pruebas de resistencia, que demostraron que, si se puede obtener la resistencia diseñada en el proyecto, 240 kgf/cm², rompiendo el mito de que solamente el hormigón preparado con grandes maquinarias se puede obtener las resistencias deseadas. Es una práctica común que si se quiere mejorar las resistencias se debe añadir más cemento descuidando la calidad de los áridos.

El inmueble fue diseñado para un mínimo gasto de energía en acondicionamiento climático, con una altura entre piso y cielo raso de 3 m de altura, conjuntamente con una correcta orientación de la mayor parte de ventanas en dirección norte – sur, y la construcción de un sobre techo a la manera de un atrapa viento que lleva el aire caliente hacia afuera, garantizando el enfriamiento de la casa.



Figura 2. a) Vista de inmueble de bahareque; b) Revoque de barro durante el taller (crédito: L. Abad)



Figura 4. a) Sistema estructural de vigas y pilares de madera; b) Anclaje metálico (crédito: E. Wenz)

⁹ Herramienta para la dosificación de los áridos.

Desde un compartir práctico en un diálogo horizontal entre un técnico y un albañil expertos en la construcción con tierra, como instructores y 15 talleristas conformado por 8 habitantes de Canoa, 1 arquitecto de Portoviejo, 2 estudiantes de la ciudad de Cuenca, y 5 albañiles de la zona. Se realizó el taller práctico de revoques de tierra. Con una duración de 7 días, con una mañana de clases teóricas sobre los efectos del sismo, y sobre el uso de la tierra en todas las culturas del mundo.

El taller inicio con la búsqueda del material, que no está presente en el área urbana de Canoa, que es básicamente arena, se encontró en el área rural en los cerros que están a una altura de 150 m, con un contenido de 70% de arena, 10% de limo y 20% de arcilla. Antes de la colocación en la guadua se realizaron varias pruebas de campo, como la botella, la pastilla, la cinta, con varios tipos de tierra.

La fibra vegetal que existe en la zona y que se consigue a un bajo precio es las fibras del arroz, y son de dos tipos: las más gruesas y largas provenientes del tallo, y unas más finas que provienen de la base de los arrozales. Se utilizó los dos tipos, la de tallo largo para recortar y añadir a la mezcla de tierra y agua, y la más delgada se añade a la pared durante la colocación del barro.

Los participantes pudieron realizar todo el proceso, desde el tamizado de la tierra, el batido el barro, el empajado, y la colocación de los revoques en el muro.

De igual manera se abordó el conocimiento ancestral local de las técnicas de cerámica de la cultura Jamacoaque y el lenguaje milenario de sus sellos, los cuales fueron llevados a moldes para aplicarlos en los acabados decorativos del muro.



Figura 6. Colocación de revoque y fibra de arroz (créditos: L. Abad)

4 CONCLUSIONES

Uno de los beneficios obtenidos del trabajo del colectivo Madre Tierra, para la comunidad de Canoa es la conformación de una cooperativa de técnicos y pobladores que se encuentra en proceso de legalización, se ha empezado con la implementación de un container con herramientas básicas para mejorar el trabajo artesanal de las albañilerías, en donde se incluye una hormigonera.

Uno de los objetivos de la cooperativa es liderar procesos de construcción con técnicas tradicionales, conjuntamente con el uso de materiales industrializados, manteniendo la identidad de Canoa, y dotando de seguridad sísmica en para sus construcciones.

El taller de bahareque con revoque de barro ha sido replicado para la construcción del Centro de Innovación Tecnológica de la caña guadua que está en proceso de construcción,

al igual que varios inmuebles que se están ejecutando en donde el tema de mejorar la respuesta de las estructuras frente a los sismos es evidente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, R.; Mieles, Y. (2016). Análisis de los edificios que colapsaron en Portoviejo durante el terremoto del 16 de abril de 2016. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 21(3), 257-282

INEC (2016). Encuesta nacional de empleo, desempleo y subempleo. Indicadores de Pobreza. Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos

Sevillano, E. (2016). Ecuador Costa. Datos de referencia. CRAterre. Disponible en <https://www.sheltercluster.org/ecuador-earthquake-2016/documents/ecuador-costa-habitat-local-y-estrategias-de-respuesta>

AUTORES

María de Lourdes Abad, arquitecta restauradora. Miembro de la Red Iberoamericana Proterra, Miembro de ICOM UNESCO. 199 Representante de la Ciudadanía en la Comisión de Centro Histórico y Áreas Patrimoniales de la ciudad de Cuenca, 2010-2012, 2016-2018. Segundo Curso Panamericano sobre la Conservación y el Manejo del Patrimonio Arquitectónico Histórico-Arqueológico de Tierra. Proyecto PAT99

Sarah Hanen Bauer, Profesora de español Universidad de Montana, profesora de inglés Universidad de Cambridge. Coordinadora del Proyecto Madre Tierra. Directora del proyecto Samán.