

## LA APLICABILIDAD DE LOS MATERIALES VERNÁCULOS: TIERRA ESTABILIZADA EN LA FABRICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES DE LOS MUNICIPIOS DEL META

Reyes-Ortiz SP, Diaz- Riveros CA, Martinez-Gomez JA, Villalobos-Carrillo TA  
Centro de investigaciones Rogelio Salmona "PATER" facultad de arquitectura  
Corporación Universitaria del Meta, Villavicencio, Colombia.

\* [ci.rogeliosalmona@unimeta.edu.co](mailto:ci.rogeliosalmona@unimeta.edu.co)

### Resumen

La nueva arquitectura vernácula en tierra es una solución para la construcción de edificaciones reforzadas sostenibles, que responde eficazmente a eventos sísmicos, además de su bajo costo en su ejecución, posee características de inercia térmica, acústicas, bioclimáticas y reducción energética. En los países más necesitados con déficit de vivienda y escasez, la tierra se ha convertido en el material para construcción predominante, tal como pasa en África, Oriente Medio y algunas partes de América Latina. Aunque estas técnicas con tierra cruda parezcan ser de un tiempo pasado, hoy en día casi un 30% de la población mundial habita en casas de tierra.

El objetivo de este proyecto es realizar un modelo de direccionamiento a la construcción en tierra que permita dar a conocer los procesos y procedimientos de los sistemas constructivos en tierra. Para lograrlo, se amplió la caracterización física, mecánica y química de la tierra en los municipios del Meta.

## REVISTA ARQUITECTURA

Basándose en el manual titulado "Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra" (Neves, et al., 2009) se realizaron los ensayos que determinaron el contenido orgánico, de agua, límite de líquidos, plasticidad, y de granulometría de suelos por tamizado, y a su vez, se efectuaron las pruebas para detectar la presencia de carbonatos, sulfatos y cloruros en las tierras que actualmente se podrían utilizar en la rehabilitación de estas edificaciones.

Palabras clave: adobe, arquitectura vernácula, tierra, estabilización

Agradecimientos: este proyecto de investigación no se habría podido realizar sin la ayuda de la Corporación Universitaria del Meta, a la señora rectora Leonor Mojica agradecemos su disposición y apoyo para la ejecución y avance de los objetivos propuestos.

### Introducción

Según Pérez (2018) la arquitectura vernácula es un segmento del patrimonio cultural en el que se encuentra un conjunto de obras arquitectónicas en las que la comunidad reconoce valores específicos y genuinos que representan su identidad antropológica cultural a lo largo del tiempo. Además, según Tillería (2017) el interés por el patrimonio vernáculo afloró en la sociedad en la Inglaterra del siglo XIX, como una respuesta al proceso de industrialización, viendo en esta una posibilidad de volver a lo artesanal. Así pues, a sabiendas de la importancia de la conservación del patrimonio arquitectónico en general, resulta natural centrar los esfuerzos necesarios en conservar y restaurar las edificaciones en adobe existentes y además promover la construcción de nuevas edificaciones con estas técnicas que puedan convertirse en el patrimonio arquitectónico del mañana.

## Desarrollo

Por medio de una inspección táctil-visual ejecutada a través de seis pruebas se pretende identificar el contenido orgánico, de agua, límite de líquidos, plasticidad, y de granulometría de suelos de tres muestras de tierra, entendiéndose como tierra al uso del suelo como materia prima (Neves et al., 2009), dichas muestras fueron obtenidas de los municipios de Restrepo, Cumaral y Granada en el departamento del Meta. Es importante mencionar que por su composición granulométrica el suelo se agrupa de acuerdo a la dimensión de estos gránulos, estas partículas pueden clasificarse como grava, arena, limo y arcilla, (Neves et al., 2009), siendo esta última la clasificación ideal para el uso en la construcción con adobe.

Las pruebas realizadas para clasificar las muestras de tierra fueron: prueba de caída de la bola, prueba del vidrio, prueba del cordón, prueba de la cinta, prueba de exudación y la prueba de resistencia seca. (Neves et al., 2009)

La primera impresión al llevar a cabo la revisión del material, indicaba un resultado preliminar así: la muestra de Restrepo presentaba una consistencia de tierra arenosa, esta se identifica por ser granular, pero contener suficiente limo y arcilla que generan cohesión, pero a su vez predominan las características de la arena; en el caso de la muestra de Granada, esta tenía textura de tierra limosa, identificable por tener una pequeña cantidad de arcilla, ensuciar los dedos como talco, ser fácil de pulverizar y tiene un apariencia compacta cuando está seca; finalmente, la muestra de Cumaral se pudo pre-catalogar como tierra arcillosa, pues se evidenció una textura fina, es difícil de pulverizar, en estado seco se fractura en pedazos resistentes, mientras que si se encuentra húmeda su textura es plástica y se adhiere a los dedos.

## REVISITA ARQUITECTURA

Con el fin de analizar con mayor profundidad estas muestras se inicia con la prueba de la caída de la bola, en esta se toma una porción de tierra seca, se mezcla con agua y se manipula hasta formar una bola con un diámetro de tres centímetros aproximadamente, luego se deja caer libremente desde una altura aproximada de un metro. Los resultados indicaron que la tierra de Restrepo tiene consistencia arenosa, pues se esparció disgregándose, mientras que las muestras restantes se caracterizan por esparcirse menos y tener mayor cohesión, lo que las cualifica como arcillosas.

Seguidamente se realizó la prueba del vidrio, en la cual se tiene como objetivo analizar la sedimentación de las muestras, para esto se agrega a un recipiente de vidrio cilíndrico transparente una porción de tierra seca y desmenuzada, correspondiente a 1/3 de dicho recipiente, se adiciona 1/3 de agua, logrando llenar 2/3 totales del contenedor y luego esta mezcla se agita para que el suelo se disperse en el agua, finalmente se deja en reposo sobre una superficie horizontal. Con esto se pueden observar fácilmente los componentes de cada muestra, dado que la grava y la arena decantan primero, seguidos del limo y por último la arcilla.

A continuación, se llevó a cabo la prueba del cordón, para ello se toma una porción de tierra seca y se la adiciona agua, esta se amasa sobre una superficie lisa con el fin de formar un cordón que se rompa con tres milímetros de diámetro, luego se forma una bola de tierra en esa humedad y se verifica la fuerza necesaria para aplastarla entre los dedos pulgar e índice. Se estudian los resultados del tipo de cordón y la ruptura de la bola para clasificar las muestras, y se concluye que la tierra de Cumaral es arcilla pues el cordón es duro y la bola se quiebra con mucho esfuerzo o no se quiebra; la muestra de Granada es tierra arcillo limosa, pues el cordón que forma es suave y la ruptura de la bola se realiza fácilmente pues esta se fisura y se desmorona; la muestra de Restrepo presenta un cordón suave y esponjoso y la bola comprimida vuelve a esponjarse, lo que es una señal de material orgánico, el cual no es apto para construcción.

De igual forma se realizó la prueba de la cinta, en esta se toma una porción de tierra igual de húmeda que para la prueba anterior, y forma un cilindro del tamaño de un cigarrillo, luego se amasa hasta que se logre formar una cinta de 3 a 6 milímetros de espesor y lo más larga posible. Para llegar a las conclusiones de esta prueba se evalúa la longitud de la cinta realizada, para el caso de Restrepo se evidenció presencia de limo o arena y una baja o nula cantidad de arcilla, lo que indica falta de plasticidad y por tanto no permite formar la cinta, mientras que para las muestras de Cumaral y Granada se logra formar una cinta de entre 25 y 30 centímetros, lo que cataloga la muestra como tierra de alta plasticidad e indica la presencia de arcilla.

Para la prueba de exudación se toma una porción de tierra bastante húmeda y se coloca en la palma de una mano, esta se golpea con la otra mano con el fin de que el agua salga a la superficie y cree una capa de aspecto liso y brillante en la muestra. Los resultados de esta prueba son determinados por el tipo de reacción basado en la cantidad de golpes que requiere la muestra para mostrar el aspecto requerido, según esta prueba la tierra de Restrepo se puede identificar como arena o tierra arenosa, dado que reacciona rápidamente a los golpes (sólo requiere entre 5 y 10 golpes) y al ser golpeada el agua aflora a la superficie de la muestra con facilidad, mientras que en el caso de las muestras de Cumaral y Granada se requirieron más de 30 golpes para generar una reacción en la muestra, un claro indicador de tierra de alta plasticidad.

## REVISTA

## ARQUITECTURA

Para concluir se realiza la prueba de resistencia seca, en esta se moldean dos o tres pastillas de cada muestra de tierra, que tengan cerca de 1 centímetro de espesor y de 2 a 3 centímetros de diámetro, estas se dejan secar al sol por dos o más días y luego se intenta aplastar o romper cada pastilla entre los dedos índice y pulgar. Para llegar a los resultados de esta prueba se evalúa la resistencia que presenta cada muestra, para la muestra de Restrepo se encuentra poca resistencia y una fácil disgregación, lo que se concluye como falta de cohesión, mientras que para las muestras de Granada y Cumaral se evidencia una gran resistencia, lo que indica una muestra de suelo inorgánico de alta plasticidad, es decir, tierra arcillosa o arcilla.

Así mismo, se realizaron pruebas de laboratorio para detectar la presencia de carbonatos, sulfuros y cloruros en la tierra, siendo estas de vital importancia teniendo en cuenta que estos elementos inciden en la viabilidad del uso del material para construcción, o prueban la necesidad de estabilizarlo antes de que sea apto para construir.

En el caso de la prueba para detectar la presencia de carbonatos el procedimiento a realizar es tomar una muestra de tierra secada al horno, esta se lava sobre papel filtro para destilar el agua, a esta se le agrega un 10% de ácido clorhídrico con el fin de observar la reacción química resultante, de evidenciarse un aspecto viscoso en la muestra se puede concluir que hay presencia de cal en la misma.

Para realizar la segunda prueba, que es la que corresponde para detectar la presencia de sulfatos, se utiliza la muestra anterior de agua destilada con ácido clorhídrico y a la misma se le agrega un 10% de cloruro de bario, dependiendo de si esta mezcla presenta o no una reacción química se puede llegar a la conclusión sobre la presencia de sulfatos.

En lo correspondiente a la prueba para detectar la presencia de cloruros, se debe tomar una nueva muestra de tierra, lavarla y destilar el agua para esta mezclarla con ácido nítrico y nitrato de plata, esta muestra se agita a la espera de identificar una reacción química que compruebe la existencia de cloruros, de existir dichos elementos se vería perjudicado el uso de este tipo de tierra para la construcción.

Al plantear la posibilidad de construir con tierra, los profesionales que rehabilitarían las edificaciones hallaron diversos problemas entre los que se encuentran la carencia de mano de obra calificada y el desconocimiento de los procesos y procedimientos de la construcción en adobe no sólo por parte de los constructores, sino también de los propietarios de dichas edificaciones. Se sabe que la arquitectura vernácula se basa en las tradiciones legadas de generación en generación y a medida que la arquitectura se modernizó, se disminuyó la transmisión de estos conocimientos, llegando al punto del completo desconocimiento de estas técnicas, lo que evidencia la necesidad de restaurar estas enseñanzas enfatizando en la importancia de mantener vivo un legado que representa en este momento una parte vital del patrimonio histórico de Villavicencio.

## REVISTA ARQUITECTURA

Según Henneberg (2014) para lograr la recuperación de las técnicas de construcción vernáculas es importante llevar a cabo tres pasos, estos son: realizar una investigación de lo tradicional, que permita conocer y analizar las características constructivas de la técnica estudiada; después aplicar de manera constructiva los conocimientos adquiridos, usando materiales actuales pero respetando la técnica de construcción; y por último transferir las técnicas aprendidas a los estudiantes y realizar talleres de sensibilización sobre el tema. Es realmente importante llevar a cabo este proceso, dado el carácter histórico de las construcciones, y, para poder transmitir estos conocimientos a lo largo del tiempo y no permitir que estos se vuelvan a perder, sería ideal construir una lista de pasos que explique e ilustre el método para construir o restaurar una edificación usando la manufactura tradicional.

De igual modo, según Henneberg (2014) en el momento de la aplicación constructiva usando las técnicas investigadas es vital seguir una serie de reglas entre las que se encuentran: construir de forma tal que se asemeje lo más posible a la técnica tradicional; emplear los materiales tradicionales y de conocimiento popular pero aumentar la calidad y durabilidad de estos con aditivos para disminuir su posibilidad de deterioro; reducir el uso de recursos utilizando materiales reciclados; disminuir también los residuos generados; y además consumir una mínima cantidad de agua, todo esto con el fin de lograr asemejarse a lo tradicional, mientras se disminuye el impacto ambiental propio de las construcciones en general.

Así mismo, González (2011) plantea las ventajas de la construcción con barro, mencionando que dada la desinformación sobre el tema se considera erróneamente que este material es poco consistente, sin embargo, si se trata adecuadamente resulta ser un material altamente eficiente y sostenible, no sólo ambiental, sino económicamente. A continuación, enumera las ventajas de este material, entre las que se encuentran: la capacidad de regular la humedad al interior de la construcción, manteniéndose estable incluso con humedades del 95%; regula también la temperatura interior de forma pasiva; absorbe contaminantes, depurando el aire contaminado; ahorra energía, dado que sólo se requiere el 1% de la energía para manipularlo, respecto al consumo empleado para fabricar hormigón o ladrillo cocido y además, es reutilizable, por tanto no genera un material de deshecho en caso de una demolición de la construcción. Esta información resulta esencial a la hora de evaluar la posibilidad de transformar la manera en que se construye masivamente en la actualidad, puesto que el objetivo actual de la humanidad es retornar a las tradiciones y hacer que su existencia sea lo más sostenible posible, considerar la construcción con materiales vernáculos a gran escala podría lograr que la sociedad se acercara a su objetivo de sostenibilidad.

# REVISTA ARQUITECTURA

González (2011) también lleva a cabo un análisis comparativo del impacto ambiental de la construcción con tierra frente a otras técnicas, tales como el ladrillo o el hormigón, esto con el fin de demostrar las ventajas del uso de estos materiales tanto en países en vía de desarrollo, como desarrollados. Se estima que existen más de veinte técnicas de construcción con tierra y que más de un tercio de la población mundial reside en viviendas fabricadas con estos materiales, sin embargo, los estereotipos arquitectónicos han llegado a todos los rincones del planeta e incluso se ha asentado en aquellos lugares en que resulta insostenible realizarlos. Estos estereotipos se han convertido en un objetivo de las personas, dada su imagen como símbolo de progreso y riqueza, logrando demeritar las técnicas locales, las cuales fueron diseñadas para hacer un uso efectivo del material encontrado en cada sitio y mejoradas a lo largo del tiempo para que cumplieran las necesidades específicas de cada territorio, esto las convierte en tecnologías apropiadas, lo que, según Boullosa (2010) significa que son tecnologías adaptadas a las necesidades locales, que no dependen de las fluctuaciones de mercado ni de modelos de negocio, siendo generalmente alternativas locales, tradicionales y no contaminantes. El estudio de estas tecnologías es controversial, dado que las comunidades tienden a manejarse por intereses políticos y económicos ajenos al beneficio social real, y el uso de estas se enfoca en generar puestos de trabajo para los miembros de la comunidad especializados en sus labores, los cuales ayudan a mantener las técnicas y oficios autóctonos, generando una economía sostenible, que tiende a no satisfacer los intereses mencionados anteriormente.

Guillén (2015) reafirma lo anteriormente citado, respecto a los beneficios del uso de la tierra como material de construcción, y además agrega algunos, entre los que se encuentra la inocuidad de la tierra, pues genera 10 veces menos radón que el cemento; su inercia, lo que hace que no sea inflamable, se pudra o se vea afectada por insectos; y, además, es económicamente asequible. Sin embargo, el autor también menciona algunas desventajas de este material, como la carencia de estandarización, dado que la composición y calidad varía dependiendo de la región; la contracción que tiene al secarse, lo que puede generar fisuras en la construcción; la falta de impermeabilidad; la necesidad de un mantenimiento regular y la obligatoriedad de contar con mano de obra especializada, pues, aunque se considere que este tipo de construcción es sencilla, realmente se requieren conocimientos específicos para desarrollarla, y si bien en países en vía de desarrollo esta mano de obra puede ser económica, en países desarrollados los costos de mano de obra comparativos entre arquitectura vernácula y moderna se pueden ver cuadruplicados. A esto se le suma la falta de aceptación en ciertos países, por los prejuicios que existen alrededor de estas construcciones, prejuicios que carecen de fundamentos, pues los acabados vernáculos pueden ser pulidos y la obra puede ser correctamente ejecutada.

Según Guillén (2015) la técnica de adobe se identifica por su ejecución, pues son bloques de barro secados al aire libre, cuyo uso en construcción es muy similar al ladrillo actual, para su elaboración se emplean moldes de madera, los cuales se llenan con barro de consistencia pastosa. Este material es pesado y puede ser poco resistente al secarse, por tanto, se le agregan fibras vegetales, estas piezas crean un tipo de malla que estabiliza el barro y no le permite agrietarse al retraerse por la pérdida de agua, además la paja mejora las propiedades aislantes térmicas del material. El adobe al ser un insumo que no se cocina para su uso puede verse vulnerado por la acción climática, sin embargo, se puede estabilizar con agentes naturales o químicos para mejorar su rendimiento frente a las inclemencias atmosféricas.

## REVISTA ARQUITECTURA

De igual manera Guillén (2015) hace una cruda radiografía de la arquitectura tradicional en lo concerniente al desconocimiento de las técnicas de construcción vernáculos por parte de los profesionales, pues si bien estos saben de la existencia de estas técnicas y conocen algunas de sus propiedades, por la carencia de información docente sobre este tema, la gran mayoría de ellos cae en la desinformación y anteponen las nuevas tendencias en construcción antes que el rescate de las tradiciones. Es sabido que la guía de los docentes en el proceso formativo de arquitectos e ingenieros es vital para la adquisición de conocimientos, aún más en lo concerniente al uso de los materiales vernáculos, sin embargo, se puede evidenciar que aunque estos temas no sean muy discutidos en las aulas muchos de los estudiantes que serán los futuros profesionales de sus áreas muestran un alto interés en aprender estas técnicas, entonces, es importante aprovechar este interés para reforzar y profundizar en los conocimientos sobre arquitectura vernácula, para que podamos ver un auge del uso de estas técnicas en las próximas generaciones de profesionales.

Como conclusión, se evidencia la necesidad de estudiar muestras de tierra de muchos más territorios, para enriquecer las bases de datos y tener un amplio espectro de posibilidades a la hora de reparar y construir nuevas edificaciones con materiales vernáculo, de igual modo, es realmente importante crear un banco de información que compile toda la información existente sobre este tipo de arquitectura, pues muchas veces se financian investigaciones que sólo tienden a ser repetitivas o incluso contradictorias, en estas se debe tener como objetivo exponer con claridad los beneficios del uso de la tierra como material de construcción, pero también sus desventajas, al igual que el modo de solucionar estas últimas con el fin de estabilizar los materiales y poder usarlos en la conservación del patrimonio autóctono que poseemos.

También es vital reconocer la necesidad de continuar las investigaciones en este campo, con el fin de recuperar las tradiciones, pero además con el propósito de modernizar estas, creando una fusión interesante, por ejemplo, entre las técnicas de construcción antiguas con las técnicas de pulido más contemporáneas, o las técnicas de mezcla tradicionales con el uso de estabilizantes modernos que permitan llevar a un nuevo nivel la arquitectura vernácula, empezando por nuestra ciudad, pero tal vez expandiendo la aplicación de estos conocimientos a todo el mundo.

## Referencias

**BOULLOSA, N.** (23 de febrero de 2010) "Tecnología apropiada: "enseñar a pescar" y diseño ecológico". *Fair Companies*. Recuperado de: <https://faircompanies.com/articles/tecnologia-apropiada-ensenar-a-pescar-y-diseno-ecologico/>

**GONZÁLEZ, Z.** (10 de mayo de 2011) "Construir con tierra (I): Las ventajas". *Low-Tech Magazine*. Recuperado de: <https://es.lowtechmagazine.com/2011/05/construir-con-tierra-las-ventajas.html>

(24 de agosto de 2011) "Construir con tierra (2): Eficiencia energética". *Low-Tech Magazine*. Recuperado de: <https://es.lowtechmagazine.com/2011/08/construir-con-tierra2-eficiencia-energetica.html>

**GUILLEN MARZAL, PABLO** (2015) "Arquitectura de tierra de nueva planta. Estudio de limitaciones constructivas". Recuperado de: <https://es.calameo.com/read/004692704521759fec5ca>

**HENNEBERG DE LEÓN, ANDREA MARA** (2014) "Tres pasos para la recuperación de la arquitectura de tierra en el estado Zulia, Venezuela". *Construcción con Tierra. Investigación y Documentación*. Recuperado de: <https://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2015/024henneberg.pdf>

**NEVES, C., FARIA, D., ROTONDARO, R., CEVALLOS, P. & HOFFMAN, M.** (2009) "Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra". Red Iberoamericana Proterra. Recuperado de: <https://www.redproterra.org>