

## **Fabricación de bloque constructivo a base de residuos industriales oaxaqueños<sup>30</sup>**

**Karol Paulina Luría Figueroa<sup>31</sup>**

### **Introducción**

La ciudad de Oaxaca y los municipios aledaños están padeciendo una gran contaminación del aire ocasionada por el considerable incremento de hornos ladrilleros en el municipio de San Agustín Yatareni. La mayoría de familias establecidas en este municipio se apropiaron de terrenos con el fin de asentar sus viviendas y su fuente de empleo (fabricación de ladrillo). Así, se han expuesto a la constante emisión de humos tóxicos provenientes de la cocción del ladrillo, lo que les ha provocado enfermedades pulmonares crónicas.

A la contaminación del aire producida por las ladrilleras, se suma el alto porcentaje de contaminación del aire, suelos y cuerpos de agua que ocasiona la fabricación y comercialización de mezcal en los municipios de Macuilzochil y Tlacolula de Matamoros. Diariamente se generan dos desechos que resultan importantes para esta investigación: el bagazo (fibra del maguey), que es abandonado a cielo abierto y produce más gases de efecto invernadero, y la vinaza caliente (líquido con un pH muy ácido), la cual es vertida en campos de cultivo y/o ríos cercanos. Actualmente, el estado de Oaxaca cuenta con la Denominación de Origen del Mezcal (dom) y es la entidad que en los últimos 10 años se ha posicionado, a nivel nacional, como la que realiza la mayor producción anual de mezcal. Si bien esta denominación ha generado más fuentes de trabajo y más ingresos económicos, también ha causado sobreexplotación de los campos de cultivo y de los mantos acuíferos y ha generado residuos no tratados altamente contaminantes.

De acuerdo con González (2018), en todo el mundo se han producido y siguen produciéndose grandes volúmenes de residuos que no son tratados adecuadamente y dañan grandes superficies en los vertederos locales, aun cuando hay leyes y reglamentos para su prevención. Por ello recomienda ampliamente la prevención, minimización, eliminación, el reciclaje y la recuperación energética de los residuos locales.

En este trabajo se pretende demostrar que es posible obtener nuevos materiales de construcción elaborados a base de desechos industriales oaxaqueños reutilizados, por ejemplo, el bagazo y la vinaza del agave de mezcal, el polvo de ladrillo rojo recocido y el lodo de papel. Estos elementos permiten fabricar un bloque constructivo resistente y práctico, que puede ser elaborado por la gente local para destinarlo a la construcción de sus propias viviendas.

<sup>30</sup> Derivado del proyecto de investigación: "Fabricación del Bloque Residual Ensamblable – BRE".

<sup>31</sup> Maestra en Diseño Arquitectónico Sustentable, Universidad La Salle Oaxaca, [014411551@ulsaoaxaca.edu.mx](mailto:014411551@ulsaoaxaca.edu.mx)

## Desarrollo

Para esta investigación tecnológica, se adaptó la metodología propuesta por Muñoz (2011) conforme a la hipótesis y los objetivos general y particulares establecidos para la fabricación del bloque constructivo a base de residuos industriales oaxaqueños, como se observa en la FIGURA 1.



Figura 1. Metodología elaborada por Karol Paulina Luría Figueroa (KPLF) para la fabricación del bloque a base de residuos industriales oaxaqueños.

Se propuso una secuencia de pasos a seguir en la preparación de los insumos para fabricar el bloque propuesto, como se observa en la FIGURA 2.

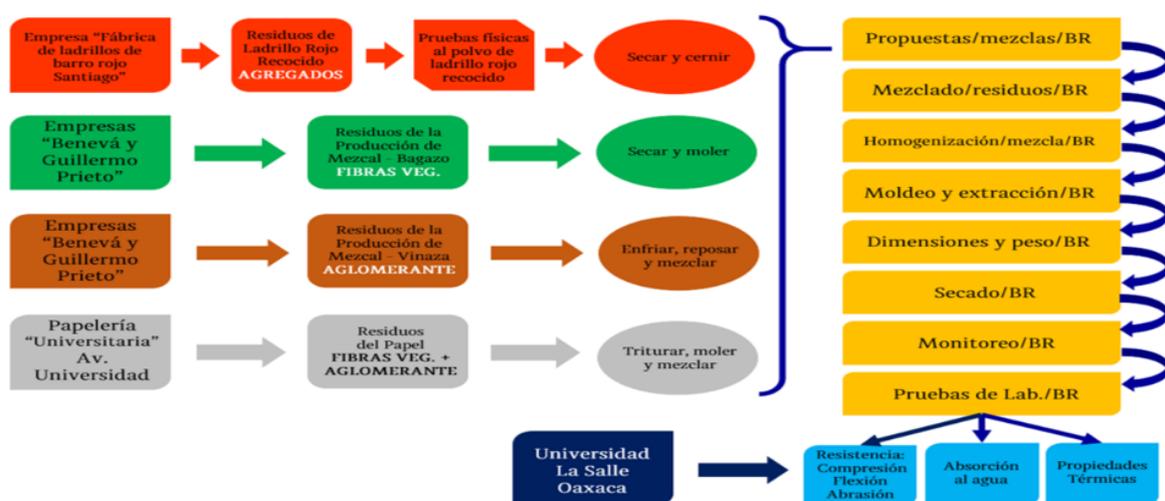


Figura 2. Secuencia de pasos para la fabricación del br, elaborada por KPLF.

Una vez definidos los residuos industriales a ser empleados, se buscaron los proveedores de cada uno. Cuando se obtuvo el polvo de ladrillo, se realizó la prueba de granulometría- sedimentación y se observó que cuenta con una buena cantidad de arcillas. El bagazo de agave se puso a secar y se sometió a un molido breve, mientras que se almacenó la vinaza en cubetas de plástico resistente para enfriarla bajo sombra y evitar su fermentación. El papel de oficina desechado recuperado se trituró y molió con agua para elaborar el lodo de papel necesario.

Se propuso una mezcla piloto que permitiera comprobar, mediante pruebas de resistencia a la compresión y la flexión, qué tan viable era la mezcla para ser utilizada en un material constructivo, como se observa en la TABLA 1.

TABLA 1.

*Propuesta de mezcla piloto para fabricar el bloque a base de residuos industriales oaxaqueños*

Insumos	Bloques sólidos
Bagazo de maguey	8.93%
Vinaza de maguey	20.84%
Lodo de papel	25.00%
Polvo de ladrillo	24.38%
Agua	20.84%
<b>Total:</b>	<b>99.99%</b>

Nota: Elaborada por KPLF.

La preparación de insumos se realizó conforme lo mostrado en la FIGURA 2; se pesó cada uno de los insumos de acuerdo con las proporciones, como se observa en las FIGURAS 3, 4, 5 y 6. Se realizó un mezclado manual y se llevó a moldear a una bloquera local, como se observa en las FIGURAS 7, 8 y 9.



Figura 3. Pesado del bagazo molido. Figura 4. Pesado de la vinaza. Figura 5. Pesado del lodo de papel. Figura 6. Pesado del polvo de ladrillo.

Nota: Acervo fotográfico propio de KPLF.



Figura 7. Mezclado manual de las mezclas. Figura 8. Moldeado en bloquera local. Figura 9. Piezas moldeadas del bloque a base de residuos industriales oaxaqueños. Fuente: Acervo fotográfico propio de KPLF.

Una vez moldeados los bloques, se procedió al secado al sol de las piezas durante 30 días, con la finalidad de someterlas a las pruebas de resistencia a la compresión y la flexión en el Laboratorio de Ingenierías y Arquitectura de la Universidad La Salle Oaxaca. Para ello se empleó la Máquina de Ensayos Universal CMS, con una fuerza aplicada de 1000 kN, a fin de comparar los resultados obtenidos para el bloque a base de residuos industriales oaxaqueños con los del ladrillo rojo recocido y del block de concreto ligero y comprobar su viabilidad como material constructivo, como se observa en las FIGURAS 10, 11, 12, 13, 14 y 15.



Figura 10. Prueba de compresión de block de concreto ligero. Figura 11. Prueba de compresión de ladrillo rojo recocido. Figura 12. Prueba de compresión de block de residuos industriales oaxaqueños. Figura 13. Prueba de flexión de block de concreto ligero. Figura 14. Prueba de flexión de ladrillo rojo recocido. Figura 15. Prueba de flexión de block de residuos industriales oaxaqueños.

Nota: Acervo fotográfico propio de KPLF.

## Resultados

Los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia a la compresión y la flexión de los bloques a base de residuos industriales oaxaqueños se compararon con los resultados obtenidos para el ladrillo rojo recocido y el block de concreto ligero, como se observa en la TABLA 2.

TABLA 2. Resultados de pruebas de resistencia a la compresión y flexión para el block de concreto ligero, el ladrillo rojo recocido y el block a base de residuos industriales oaxaqueños

Nota: Elaborado por KPLF.

Material	Medidas	Peso	Prueba compresión	Prueba flexión
Block de concreto ligero	10x15x30 cm	7.032 kg	18.82 kg/cm <sup>2</sup>	46.61 kg/cm <sup>2</sup>
Ladrillo rojo recocido	7x14x28 cm	4.765 kg	52.25 kg/cm <sup>2</sup>	51.03 kg/cm <sup>2</sup>
Block de residuos ind. oaxaqueños	10x15x30 cm	1.890 kg	23.34 kg/cm <sup>2</sup>	55.99 kg/cm <sup>2</sup>

Al analizar los datos de estas primeras pruebas de resistencia a la compresión, se observa que el bloque de residuos industriales oaxaqueños presentó una resistencia más alta que la del block de concreto ligero y menor que la del ladrillo rojo. En el caso de las pruebas de resistencia a la flexión, el bloque de residuos industriales oaxaqueños presentó la resistencia más alta, mientras que el ladrillo rojo mostró un valor medio, registrándose el valor más bajo para el tabicón de cemento.

### Conclusiones

Se comprobó que al mezclar cuatro residuos industriales oaxaqueños —bagazo de maguey, vinaza de maguey, lodo de papel, polvo de ladrillo— se obtiene una mezcla que es posible moldear en una bloquera convencional y puede ser una buena opción de material constructivo.

Es necesario diseñar nuevas mezclas, incorporando diferentes insumos y proporciones para enriquecer las mezclas y obtener mejores resultados de resistencia a la compresión, además de reutilizar los residuos y disminuir la generación de gases de efecto invernadero (gei) al tiempo que se fabrica un nuevo material constructivo.

Es urgente seguir fomentando el nuevo enfoque de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción elaborando nuevas propuestas y sistemas constructivos desde el enfoque de la economía circular, el diseño deconstructivo, la reutilización de residuos y las matrices poliméricas, para obtener nuevos productos que se adapten a los cambios constantes de la naturaleza, el clima y el estilo de vida humana.

## Referencias

- Aguilar, A. (noviembre de 2017), *Fabricación de bloques ecológicos a base de material producto de la construcción*. Tesis de maestría en Ingeniería. unam-Facultad de Ingeniería Civil y Construcción, pp. 1-132.
- Alfonso, A. (enero de 2018), "Materiales de construcción con residuos industriales de vertederos ecológicamente invasivos", *Arquitectura y Urbanismo*, Vol. XXXIX, Núm. 1, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, ISSN 0258-591X, ISSN 1815-5898 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376858935002>
- Bertha, J. (enero de 2019). "Ladrilleras: entre la crisis y la contaminación". *Noticias NVI Oaxaca*, pp. 1-5.
- Cortés, C. (2009). *Propiedades mecánicas a tensión de las fibras del bagazo del Agave angustifolia Haw, residuo proveniente de la producción artesanal del mezcal*. Tesis de maestría en Ciencias. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca-ipn.
- Illsley, C., Giovannucci, D., y Bautista, C. (2009). *La dinámica territorial de la zona mezcalera en Oaxaca*. Grupo de Estudios Ambientales A. C.
- Martínez García Llácer, A. (2016). *Arquitectura Alternativa II: Construcción a bajo costo, reciclar y construir con el desecho*. Trabajo final de Grado en Fundamentos de la Arquitectura. Universidad Politécnica de Valencia.
- Montes, A. (septiembre de 2017), *Mezcal y tierra*, 1ª ed. Editorial Carteles Editores, pp. 9-101.
- Muñoz, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*, 2ª ed. Editorial Prentice Hall, pp. 1-27, 66-75, 78-86, 90-114, 115-130.

Derechos de Autor © 2024 por Karol Paulina Luría Figueroa



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/). Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de: Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.