

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL IMPACTO AMBIENTAL EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA TRADICIONAL VERNÁCULA & VIVIENDA CONTEMPORÁNEA DE INTERÉS SOCIAL. CASO DE ESTUDIO: MIXQUIAHUALA DE JUÁREZ, HGO.

Mtro. Rogelio Neria Hernández¹, Mtro. Luis Raúl Pérez Herrera²

Paseo del Agrarismo 2000, carretera Mixquiahuala - Tula, km 2.5,
Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, C.P. 42700, México.

meria@itsoeh.edu.mx – lurapehe@gmail.com

Resumen

En la actualidad el desarrollo y crecimiento que se ha venido experimentando en todos los rincones del planeta ha tenido consecuencias negativas importantes prácticamente en todas las latitudes. Si bien existen iniciativas que desde hace algunos años se vienen desarrollando en distintos frentes, las emisiones de CO₂ y sus consecuencias no reconocen fronteras y ni se limitan a una afectación de las zonas donde se propiciaron.

Dentro del ámbito industrial, que de alguna manera es el precursor que mayor participación tiene en las afectaciones a nuestros ecosistemas, tenemos que la construcción se distingue como uno de los frentes que mayor impacto negativo presenta.

El presente trabajo manifiesta los resultados de una investigación desarrollada en la comunidad de Mixquiahuala de Juárez, en el Estado de Hidalgo en México que busca determinar, a través de un análisis comparativo de impacto ambiental asociado a materiales de construcción, el grado de afectación de dos prototipos de viviendas, por un lado la vivienda vernácula tradicional y por otro, la vivienda contemporánea de interés social. Los resultados manifestados buscan comprobar la hipótesis de que la arquitectura vernácula de la región de estudio puede ser una importante posibilidad para el desarrollo de propuestas que al tiempo de participar en el respeto de nuestros ecosistemas, propicien, en función de la utilización de técnicas constructivas tradicionales, la transmisión de los valores e identidad de nuestra cultura local.

Palabras clave: arquitectura vernácula * materiales * impacto ambiental; sustentabilidad

Introducción

Para entender las consecuencias, dinámicas y repercusiones del cambio climático es indispensable como punto de partida comprender su definición como tal al tiempo de abordar las acciones o causas que lo originan.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático creada en la cumbre de la Tierra para hacer frente a los problemas derivados

¹ Mtro. por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, profesor-investigador del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo.

² Mtro. por la Universidad Nacional Autónoma de México, profesor-investigador del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo.

del calentamiento global y sus repercusiones en el clima tales como la mayor frecuencia de las sequías, tormentas y huracanes, la fusión del hielo, el aumento del nivel del mar, las inundaciones, los incendios forestales, etc. (IWGIA Grupo Internacional de Trabajo sobre Asuntos Indígenas, s.f.) refieren a este fenómeno como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables” (4).

Evidentemente el abanico de posibilidades que ha dado pie a su desarrollo y crecimiento es importante y manifestado desde distintos ámbitos y magnitudes. Uno de ellos, de significativa relevancia y de gran impacto es el relacionado con la contaminación ambiental derivada del aumento de gases de efecto invernadero que en gran medida se debe, como refiere Claudia Herrán en su informe citado, a la quema de combustibles fósiles como la gasolina, el diesel y el gas. Al respecto y con el afán de analizar una de las causas que dan pie al desarrollo de este importante problema tenemos que la construcción, al ser uno de los pilares del desarrollo, es uno de los sectores que más dependen del uso de este tipo de combustibles y por ende más impacto negativo constituye en nuestros entornos naturales.

Particularizando al respecto tenemos que la vivienda al ser la edificación más construida y por ende la más utilizada representa dentro del rubro citado la que más impacto tiene sobre el medio ambiente. “Estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud revelan que los hogares del mundo son responsables de entre 20 y 25% del dióxido de carbono que es emitido a la atmósfera” (6) ya sea por su proceso de construcción o por su utilización misma.

En esta dinámica será pertinente abordar y desarrollar una serie de estudios que nos ayuden a encontrar a la postre posibles estrategias a seguir particularmente en el rubro habitacional que sean de ayuda para mitigar el impacto ambiental en nuestras regiones.

Como parte de las acciones emprendidas por docentes investigadores de la carrera de Arquitectura del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo en México, se ha comenzado recientemente a desarrollar una investigación que tiene como zona de estudio e influencia la parte central de la región del Valle del Mezquital en el Estado de Hidalgo. Dichos trabajos están encaminados a diseñar un prototipo de vivienda bioclimática-sustentable destinada a las familias más vulnerables del Municipio de Mixquiahuala de Juárez ubicado dentro de nuestra zona de estudio. Tal investigación se sustenta en la hipótesis de que las técnicas y materiales constructivos de la vivienda vernácula de la región representan una importante posibilidad para determinar características, aspectos y recomendaciones que sean de ayuda para el diseño de entornos habitacionales que, además de participar en la mejora de la calidad de vida de sus habitantes, contribuyan a la no degradación de nuestros ecosistemas.

En este tenor y como uno de los aspectos iniciales de los trabajos a desarrollar se determinó partir de la realización de un análisis comparativo entre la

vivienda local vernácula utilizada desde la época prehispánica y hasta mediados del siglo pasado prácticamente en toda la región central del Valle del Mezquital y la vivienda contemporánea de interés social que justamente a partir de la segunda mitad del siglo XX se ha venido desarrollando mediante la utilización de materiales y técnicas constructivas actuales. El presente análisis busca comparar su grado de impacto ambiental en función de los materiales utilizados para la construcción de cada una de las viviendas planteadas, su grado de impacto ambiental. Para tal efecto, se tomó como referencia de apoyo datos obtenidos por profesores de la Universidad de Bath en Inglaterra en su “*Inventory of carbon & energy (ICE) Versión 2.0*” en el cual se estiman valores de impacto ambiental de los materiales más empleados en la construcción (8) que determinan, entre otras cosas, su costo energético expresado en MegaJoules (MJ) el cual “considera el análisis *Cradle-to-gate* o evaluación realizada desde la fase de extracción de recursos a la puerta de la fábrica, es decir, antes de su transporte hasta el consumidor, no incorporando la fase de uso ni de demolición” (8) y las emisiones de CO₂ a la atmósfera por kg. de materia. Para tal efecto se desarrolló una metodología de trabajo que estructuró las actividades a realizar. Al término del análisis se expresan los resultados que se obtuvieron con las correspondientes conclusiones y recomendaciones.

Objetivos

General

Determinar el análisis de impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción de dos prototipos de vivienda en el Municipio de Mixquiahuala de Juárez Hidalgo; por un lado la vivienda vernácula tradicional y por otro la vivienda contemporánea de interés social.

Específicos

Realizar una investigación de campo visual y exploratoria y una de tipo documental histográfica para que mediante una matriz de tabulación se determine cuáles son las viviendas más representativas dentro de los dos grupos que se van a investigar.

Seleccionar los dos tipos de vivienda a comparar dentro de la zona de estudio planteada que por un lado representen el prototipo de vivienda vernácula tradicional y por otro la vivienda de interés social contemporánea.

Determinar y cuantificar en kilogramos los materiales utilizados en cada uno de los dos prototipos de vivienda en los apartados de cimentación, muros, pisos y cubierta.

Determinar, a partir de la base de datos tomada de “*Inventory of carbon & energy (ICE) Versión 2.0*”, los valores asignados en función del costo energético y emisiones de CO₂, de cada uno de los materiales utilizados en la construcción de los dos prototipos de vivienda analizados.

Obtener los resultados finales de impacto ambiental de los dos prototipos de vivienda al cruzar los datos de cuantificación expresados en kg y los valores de costo energético y emisiones de CO₂.

Materiales y método utilizados

Para la realización del diagnóstico y caracterización de las problemáticas ambientales de los dos prototipos de vivienda representativos se definió la aplicación de un instrumento de evaluación: el de análisis de impacto ambiental de materiales constructivos.

El presente instrumental considera un conjunto de elementos necesarios para concluir con los impactos ambientales de cada uno de los materiales analizados el cual está compuesto por un sistema de factores que a su vez se dividen en variables y estas a su vez en sub-variables. Tal información se manifiesta en un listado general de materiales genéricos que corresponden a los materiales utilizados en la construcción de ambas viviendas (figura 1) Cada una de las sub-variables tiene asignado un valor que está en función del costo energético expresado en MJ/kg y emisiones de CO₂ a la atmósfera expresado en kgCO₂/kg (figura 2) y que al multiplicarse por los datos obtenidos referentes a la cantidad utilizada expresada en kg de cada uno de los materiales utilizados en la construcción de las viviendas prototipos se obtiene un valor final.

Material genérico		Listado de materiales
Acero	Acero laminado	Varilla Alambre Alambrón Clavo Malla electrosoldada
Árido	Árido Piedra natural	Arena de río Tierra natural de la región Grava de río Piedra natural de la región
Cal	Cal	Calhidra
Cemento	Cemento	Cemento gris portland
Cerámica	Cerámica	Ladrillo rojo común Teja de barro industrializada
Madera	Madera	Madera de pino de 2ª.
Resinas	Resinas acrílicas	Impermeabilizante

Figura 1: Listado de materiales genéricos. Fuente propia

Indicador	unidades	cerámica		vidrio	áridos
		general	azulejos		
EE embodied energy	MJ/Kg	10	12	15	0,083
Ec embodied carbon	KgCO2/kg	0,65	0,74	0,85	0,0048
CO2 equivalente	KgCO2 e/kg	0,7	0,78	0,91	0,0052

Indicador	unidades	ladrillo		piedra	
		para revestir	cara vista	granito	mármol
EE embodied energy	MJ/Kg	3	8,2	11	2
Ec embodied carbon	KgCO2/kg	0,22	0,52	0,64	0,112
CO2 equivalente	KgCO2 e/kg	0,24	0,55	0,7	0,12

Indicador	unidades	mortero (cem:arena ó cem:cal:arena)			
		1:3	1,6	1:1:6	1:2:9
EE embodied energy	MJ/Kg	1,33	0,85	1,11	1,03
Ec embodied carbon	KgCO2/kg	0,2	0,127	0,163	0,145
CO2 equivalente	KgCO2 e/kg	0,22	0,136	0,174	0,155

Indicador	unidades	cemento		yeso	cal
		CEM I	50%	CLINKER	pasta
EE embodied energy	MJ/Kg	5,50	3,5	1,8	5,3
Ec embodied carbon	KgCO2/kg	0,93	0,42	0,12	0,76
CO2 equivalente	KgCO2 e/kg	0,95	0,45	0,13	0,78

Indicador	unidades	acero		aluminio	
		virgen	reciclado	virgen	reciclado
EE embodied energy	MJ/Kg	35,3	9,5	218	34
Ec embodied carbon	KgCO2/kg	2,75	0,43	11,46	1,98
CO2 equivalente	KgCO2 e/kg	2,89	0,47	12,79	2,12

Indicador	unidades	aislante			
		lana roca	fibra de vidrio	polietileno	poliuretano
EE embodied energy	MJ/Kg	16,8	28	88,6	101,5
Ec embodied carbon	KgCO2/kg	1,05	1,35	2,5	3,48
CO2 equivalente	KgCO2 e/kg	1,12	--	3,29	4,26

Figura 2: Valores de materiales comunes empleados en la construcción

Fuente: *Inventory of carbon & energy* (ICE) Versión 2.0, (8)

Los resultados obtenidos se reflejan en una matriz de datos de tabulación donde se observan los materiales constructivos utilizados en cada una de las dos edificaciones con su respectivo resultado en términos de costo energético y emisiones de CO₂ al ambiente.

Descripción de los prototipos de vivienda referidos en el caso de estudio

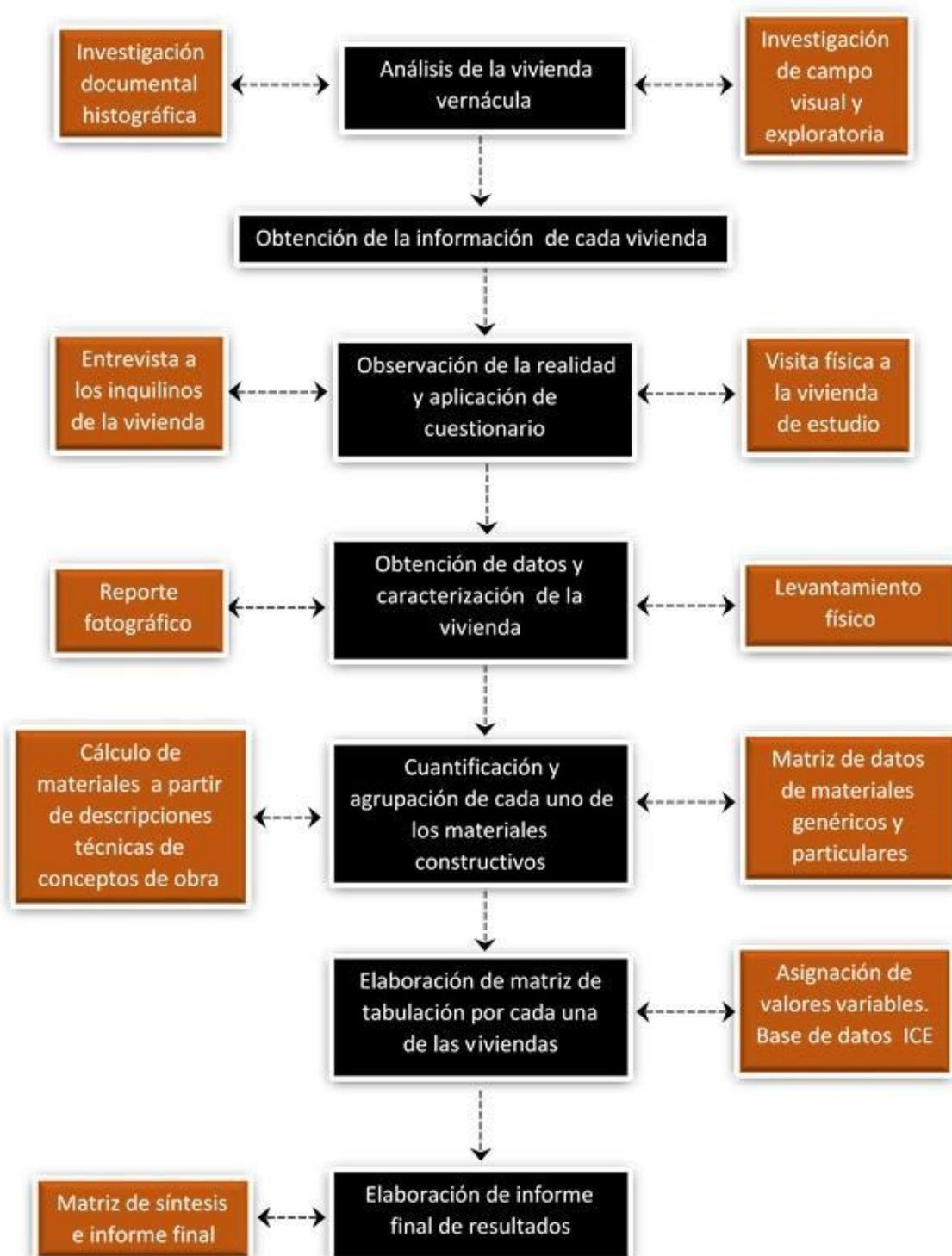


Figura 3: Esquema metodológico empleado para el análisis de impacto ambiental de materiales constructivos. Fuente propia.

Vivienda tradicional vernácula

El Municipio de Mixquiahuala de Juárez se encuentra enmarcado en la parte central del Valle del Mezquital en el Estado de Hidalgo, México la cual es una zona representativa donde la cultura Otomí, de herencia prehispánica, durante varios siglos se desarrolló. “En el caso de los grupos indígenas otomí, la vivienda típica había significado durante mucho tiempo un soporte fundamental de los rasgos característicos que conforman su identidad cultural. A lo largo de los siglos, este grupo supo aprovechar sabiamente lo que su entorno natural y adverso le ofrecía para desarrollar su refugio, dando origen a la singular vivienda del maguey” (Rodríguez, 2003, págs. 9,10) (figura 4).



Figura 4. Vivienda típica de Maguey. Fuente: Rodríguez, 2003

La vivienda del maguey, como se ha llamado, estaba compuesta por dos o tres espacios independientes de área pequeña conformados por paredes de piedra caliza asentada con arcilla y cubiertas con pencas de maguey, la cual se ubica como la planta representativa de nuestra zona de estudio. “los magueyes son plantas de hojas en roseta, gruesas y carnosas, dispuestas sobre un tallo corto cuya piña inferior no sobresale de la tierra” (3).

En este contexto el modelo que se tomó como prototipo representativo de la vivienda vernácula tradicional presenta una configuración rectangular con medidas de 3,00 x 4,50 m, muros de piedra caliza de 0,40 m de espesor asentada con mezcla elaborada de arcilla y agua, piso compactado de tierra, y cubierta elaborada a base de quiotes y pencas de maguey³ (figura 6).

³ La vivienda referida actualmente no cuenta con la cubierta original, ya que la penca de maguey al ser un material orgánico no ofrece una resistencia y durabilidad importante, sin embargo por cuestiones del ejercicio comparativo que se realiza se analizará como originalmente fue construida.



Figura 5. Planta de Maguey Fuente: García Suárez & Serrano, 2012



Figura 6: Vivienda tradicional vernácula. Fuente propia

Vivienda contemporánea de interés social

Por otro lado el modelo que se tomó como prototipo representativo de la vivienda contemporánea de interés social está conformada por cimentación de piedra braza asentada con mortero cemento-cal-arena, cadenas y castillos de concreto armado, muros de *block* ligeros de concreto, losa maciza plana de 10 cm de espesor de concreto armado y piso de concreto de 8 cm de espesor. (Fig. 7) Para el presente análisis comparativo se tomarán las mismas medias de 3,00 x 4,50 como área estándar.



Figura 6: Vivienda contemporánea de interés social. Fuente propia

Resultados

VIVIENDA CONTEMPORANEA INTERÉS SOCIAL						
MATERIAL	KG	VALORES REFERENCIA		VALORES FINALES		%
		CO ₂	COSTE ENERGÉTICO	CO ₂	COSTE ENERGÉTICO	
Acero	195.00	2.89	35.3	563.55	6,883.50	0.95%
Árido	15,195.00	0.0052	0.083	79.01	1,261.19	73.98%
Cal	140.00	0.78	5.3	109.20	742.00	0.68%
Cemento	2,099.00	0.45	3.5	944.55	7,346.50	10.22%
Otros (1)	2,910.00	0	0	0	0	14.17%
	20,539.00			1696.314	16233.185	
(1) Agua y madera (No se cuenta con los datos de referencia)						

Figura 7: Impacto ambiental vivienda contemporánea interés social - Fuente propia

VIVIENDA VERNÁCULA TRADICIONAL						
MATERIAL	KG	VALORES REFERENCIA		VALORES FINALES		%
		CO ₂	COSTE ENERGÉTICO	CO ₂	COSTE ENERGÉTICO	
Acero	9.50	2.89	35.3	27.46	335.35	0.06%
Árido	13,280.00	0.0052	0.083	69.06	1,102.24	83.05%
Cal	260.00	0.78	5.3	202.80	1,378.00	1.63%
Cemento	-	0.45	3.5	-	-	0.00%
Quiotes maguey	90.00	Nulo	Nulo	-	-	0.56%
Pencas maguey	190.00	Nulo	Nulo	-	-	1.19%
Otros (2)	2,160.00	0	0	0	0	13.51%
	15,989.50			299.311	2815.59	
(2) Agua (No se cuenta con datos de referencia)						

Figura 7: Impacto ambiental vivienda vernácula tradicional
Fuente propia

Análisis de resultados

Los resultados resultan más que evidentes, mientras en la vivienda tradicional vernácula los áridos y fibras naturales (quiote y penca de maguey) son los materiales que prácticamente en su totalidad conforman su estructura, en la vivienda contemporánea de interés social se incorpora al acero y al cemento como materiales que si bien no son los de más peso, sí lo son en cuanto a impacto ambiental. Si bien para el análisis comparativo se le asignó un valor de referencia a los áridos en la vivienda vernácula, la realidad es que en la época en la que fue construida la vivienda los materiales fueron tomados del entorno de manera manual por lo que el impacto negativo sobre el medio ambiente en términos reales es nulo.

Conclusiones

Las conclusiones obtenidas a partir del presente ejercicio nos manifiestan una clara muestra de cómo las técnicas y materiales utilizados en la arquitectura vernácula de nuestra zona de estudio, además de las ventajas bioclimáticas en cuanto al confort térmico que en algún otro ejercicio habrán de comprobarse, manifiestan un mínimo impacto negativo sobre el medio ambiente ya que para la obtención de los materiales utilizados no se requirió de un proceso industrializado. Incluso si en la actualidad se pretendiera construir con las mismas técnicas utilizando materiales obtenidos ya no de manera manual si no de una industrializada, el impacto negativo seguiría siendo menor ya que no se utilizan materiales constructivos como cemento y acero que en términos generales son los que más perjudican al medio ambiente.

Hoy en día ante el deterioro que estamos propiciando y experimentando en el medio ambiente con las correspondientes consecuencias en el cambio climático producto de la emisión de los gases de efecto invernadero a consecuencia, entre otras cosas, de los procesos empleados para la edificación de la vivienda, resulta más que necesario el incorporar como una posibilidad

para el desarrollo de entornos sustentables a técnicas y sistemas constructivos vernáculos. Si bien la presente investigación no manifiesta carencias que, evidentemente la arquitectura vernácula tiene desde el punto de vista la vida útil de una construcción de este tipo, no podemos dejar de lado la importante cantidad de beneficios que puede ofrecer en el desarrollo de nuestras ciudades.

Referencias bibliográficas

(1) Álvarez-Ude L, Casanovas X, Cuchi A, Baldrich X, García de Vinuesa L, Díaz Fera L. Life Lanzarote 2001-2004. Lanzarote: La Caja Insular de Ahorros de Canarias, 2004.

(2) Borsani, M. Estrategias, alcance y aplicación de los materiales ecológicos como generadores de hábitats urbanos. Barcelona: Universitat Politecnica de Catalunya, 2011.

(3) García Suárez M, Serrano H. Tecno Agro. Obtenido de <http://tecnoagro.com.mx/revista/2012/no-76/las-maravillas-del-maguey/> Mayo de 2012.

(4) Herrán, C. El cambio climático y sus consecuencias para América Latina. Fundación Friedrich Ebert-FES, 2012

(5) IWGIA Grupo Internacional de Trabajo sobre Asuntos Indígenas. (s.f.). Recuperado el Julio de 2016, de <http://www.iwgia.org>

(6) Palacios Blanco, J. La casa ecológica: ¿Cómo construirla? León, Gto.: CIATEC A.C, 2008.

(7) Rodríguez, O. Del maguey al concreto: migración y transición de la vivienda Otomí. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales, 20. 2003.

(8) Soriano, M. Construcción Sostenible. Fondo Social Europeo. 2012.