

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Instituto de Arquitectura Diseño y Arte

Departamento de Diseño

Licenciatura en Diseño de Interiores



Propuesta de recubrimiento de muro con plástico reciclado triturado como aislante térmico.

Proyecto de investigación.

Que presenta:

Yanel Adriana Lazalde Quezada 115369

Director de proyecto de investigación:

MDH. Angélica Medina García

Asesores:

MDH. Mónica Cuvelier García

Mtra. Hilda Castro

Cd. Juárez Chihuahua, noviembre 2019

Contenido

Introducción	3
Planteamiento del problema	4
Justificación	5
Objetivo general.	5
Objetivos específicos	5
Metodología	6
Capitulo I.- Características principales del clima de la localidad y tipo de materiales de edificación de las viviendas.	7
Capitulo II.- Características principales de los plásticos en la localidad	13
ABS (Acrilonitrilo, butadieno, estireno)	14
Policarbonato	15
Poliacetal	16
Experimentación con materiales sintéticos.	16
Capitulo III. Propuesta de prototipo de placa aislante térmica para espacios interiores. ...	19
Experimentación del comportamiento del plástico triturado y el aglutinante SIKAFLEX PRO11	21
Experimentación del comportamiento del plástico triturado y el aglutinante de resina epóxica ..	23
Capitulo IV. Resultados de la aplicación de placa de plástico de policarbonato con resina epóxica como material térmico en interiores	25
Análisis Edificio A	26
Análisis edificio Y3	27
Resultados	29
Conclusión.	30
BIBLIOGRAFIA	32

Introducción

En los últimos años los avances tecnológicos han hecho esfuerzos por abastecer una demanda que no solo cubra las necesidades del ser humano, sino que implícitamente, cumpla con normas que regulen el uso adecuado de los materiales y su impacto en nuestro entorno; la industria por su parte trata de brindar múltiples ventajas al consumidor a través de la adopción de nuevas técnicas que favorezcan con el cuidado del medio ambiente.

El comportamiento responsable también comienza antes del consumo a través de la puesta en práctica de acciones que realizamos de forma cotidiana, como ir a comprar siempre con bolsa de tela, depositar la basura en su lugar, utilizar productos que no sean tóxicos, o simplemente consumir alimentos de origen natural.

Sin embargo, introducir al mundo de diseño de interiores, alternativas que brinden comodidad y cumplan con las normas de seguridad e higiene, que a su vez beneficien económicamente al consumidor sin dejar de lado lo estético es parte de las aspiraciones que definen el propósito de la vida misma.

Afortunadamente, cada vez existen empresas y propuestas que utilizan materiales reciclados como el plástico para crear objetos nuevos a partir de polímeros y derivados. Es decir, se utiliza un residuo para producir otro nuevo, donde se intenta que el tratamiento sea lo menos dañino posible con el medio ambiente.

En este sentido utilizar plásticos reciclados para recubrir muros es una manera idónea de aprovechar al máximo el residuo de dichos materiales de las empresas manufactureras dentro de la ciudad, pues en su mayoría los plásticos son tratados por empresas recicladoras para venta y exportación a empresas transnacionales. Sin embargo, las empresas que se dedican a elaborar paletas, rejas y artefactos con dicho material solo pueden utilizar un porcentaje del reciclado; es decir, se consume menos reciclado del que se genera diariamente.

Trabajar en esta propuesta de la mano de empresas recicladoras cuya actividad sea la recepción de materiales reciclables, que se pueden reutilizar y que por sus características químicamente compuestas brindan una oportunidad a bajo costo de suplir necesidades de la

sociedad. Es así como esta propuesta pretende elaborar un recubrimiento con plástico reciclado triturado para muros, con una base de resina, que sea resistente, térmica y económica. Dicha propuesta es considerada viable ya que en el contexto de Ciudad Juárez el residuo que proviene de las plantas maquiladoras es un insumo en escala mayor en aumento.

Planteamiento del problema

Las ciudades ubicadas en la extensa zona del desierto chihuahuense se caracterizan por estar expuestas a condiciones de clima extremoso y seco, con vientos dominantes, nevadas, heladas o granizo en diferentes temporadas del año (Peña, 2010, p. 9). Es por eso por lo que es importante hablar de tres situaciones que se presentan en la localidad; primeramente, del clima, posteriormente del material de construcción con que se edifican las viviendas y como aprovechar el desperdicio de plástico.

Por lo general, las viviendas populares se construyen con block de concreto o ladrillo de arcilla recocido y se recubren con pintura y yeso, y no es añadido un material que permita ahorrar aislando la vivienda de los factores climatológicos, ya que esto ocasiona que en climas extremos las ganancias de calor o frío sean elevadas y como consecuencia las condiciones de habitabilidad intramuros se encuentren fuera de la zona de confort (Barraza, 2014). Consecuentemente, se requiere de viviendas que cumplan con ciertas características y ha estimulado a sus habitantes a buscar nuevas opciones de edificación que permitan ahorrar al momento de controlar la temperatura del edificio y que los factores ambientales exteriores no interfieran con la temperatura interior.

Por otro lado, la ciudad se ha ido desarrollando y urbanizando, centrandose su principal interés en ampliar la cobertura de zonas habitacionales sin tomar en cuenta las opciones de materiales que brinden eficacia térmica e incorporen propuestas con nuevas tecnologías de interiorismo y reduzcan el consumo energético en el ámbito doméstico, productivo o comercial (Peña, 2010, p.12). Por consiguiente las viviendas no están construidas y recubiertas con materiales que sean eficientes ante los cambios extremos de temperatura que se presentan durante el año.

Al mismo tiempo, existe otra problemática en la región sobre el uso desmedido del plástico ya que está inundando nuestra vida diaria, al poderlo encontrar en envases de producto, en los textiles de la ropa, materiales de construcción, entre otros. Su creciente producción y uso amenazan

con contaminar cada rincón de la región e incluso del planeta (Greenpeace, 2018). Debido a dicha adversidad se ha considerado implementar medidas para aprovechar el plástico ya existente y apostar por la reutilización, ayudando a contrarrestar dicha problemática. Dado que el plástico reciclado sometido a diferentes procesos de transformación brinda ciertas propiedades térmicas y acústicas. Por esa razón, el uso de plásticos reciclados es la vía más factible para ser utilizado como material térmico, brindando beneficios a la edificación y así evitar la utilización de materiales de aislamiento como el poliuretano y el poliestireno expandido.

Justificación

El mercado ofrece materiales de recubrimiento interior en su mayoría plásticos con características de aislamiento térmico que modifican el ambiente interior de la vivienda (Cabanillas, Hinojosa, Borbón y Perez, J. 2011).

En el mercado existe un sinnúmero de productos aislantes que cumplen con su objetivo que a su vez aportan ventajas ecológicas, no obstante, la importancia de esta investigación radica en proponer un nuevo recubrimiento interior que no solo proporcione el aislamiento requerido para nuestra zona, sino que ayude a reducir el impacto ambiental y a su vez sea considerado un producto estético y pueda llegar a ser una potencial tendencia en el mundo de los recubrimientos interiores.

Por lo tanto, este producto no busca competir con los recubrimientos existentes para recubrimientos interiores, simplemente se muestra como una propuesta distinta.

Objetivo general.

Elaborar un material de recubrimiento a través de materiales reciclados de plástico que doten de confort térmico a los espacios habitados por el hombre

Objetivos específicos

Conocer las características principales del clima de la localidad y tipo de materiales de edificación de las viviendas.

Identificar a través de la búsqueda en recicladoras de la localidad la factibilidad y existencia de plástico triturado para conocer la viabilidad de proponer un recubrimiento de muro decorativo que brinde confort térmico a los espacios interiores habitables.

Generar a través de prueba y error un prototipo con plástico triturado para conocer la factibilidad de proponerlo como recubrimiento decorativo en muros interiores que brinde confort térmico y acústico al interior de un espacio habitable.

Evaluar a las características principales del panel de plástico triturado por medio de la cámara térmica con fotografías interiores que midan las cualidades térmicas del muro sin aplicación y con aplicación del material.

Metodología

Esta investigación es de corte mixta, cuantitativa y cualitativa. Cuenta con elementos tanto medibles como observables. Para poder realizar esta investigación en primera instancia se analizará el clima en la localidad para entender la problemática actual de confort térmico interior en las viviendas. Este dato se tomará del centro de investigación geográfico de la UACJ, para poder entender el comportamiento del clima en la localidad. En segundo término, se analizará a través de documentos de otras investigaciones que aporten datos relevantes sobre el tipo de construcción en las viviendas y por último se realizará una investigación de campo a empresas recicladoras, para entender las características principales de los plásticos que se desperdician localmente.

Así mismo esta investigación es de tipo aplicada, ya que se pretende obtener una placa de plástico reciclado por medio de prueba y error, hasta contar con una que cumpla con las características de termicidad.

Capítulo I.- Características principales del clima de la localidad y tipo de materiales de edificación de las viviendas.

Ciudad Juárez está situada en una zona desértica, por lo tanto, su clima es extremo y la variación de temperatura entre una estación y otra es muy cambiante. La temperatura promedio anual de la ciudad es de 16.7°C, la media de enero es de 5.3°C siendo el mes más frío y la de julio es de 27°C.

Las temperaturas durante el día son calurosas, templadas por la noche y la temperatura baja por las madrugadas. La temporada de lluvias ocurre generalmente entre los meses de julio y septiembre con un promedio de 40-50 mm de precipitación mensual.

En el invierno, la temperatura oscila entre los 14°C y -1°C durante el día y la noche. Las nevadas son escasas, tan sólo tres por año, esto a pesar de las masas de aire frío provenientes del oeste de Estados Unidos, debido a que sus inviernos son muy secos (EcuRed, 2019).

Conociendo estos datos sobre las temperaturas y sabiendo que el clima es extremo se deduce que las viviendas que se edifican en esta ciudad requieren de materiales acordes a la región, que les brinden la protección ante los cambios climáticos, sin embargo, las construcciones son hechas con materiales inadecuados que no dotan de protección a la edificación. Por otro lado, en el mercado existen materiales aislantes que pudieran solucionar el problema, pero lamentablemente el precio de estos es alto, por lo tanto, solo son accesibles a vivienda residencial dejando a un lado la vivienda económica.

En la región las viviendas económicas son construidas con materiales tradicionales como el ladrillo cocido o el block de concreto, los cuales por sus características físicas no proveen protección ni para el frío o el calor. Al no ser materiales térmicos, la transmisión de radiación del calor o frío no permite mantener un clima agradable al interior de la vivienda, provocando un desgaste físico o de salud en sus ocupantes por exceso de frío o de calor impidiéndoles desenvolverse de una manera segura y confortable. Por otro lado, los materiales u opciones de protegerse o aislarse que ofrece el mercado, por lo general tienen costos elevados.

Aunado a la problemática anterior al no contar con materiales adecuados en los muros o techos, provoca que los habitantes de las viviendas económicas tengan que utilizar aparatos que

consumen energía ya sea eléctrica, gas o de leña para lograr un mejor confort climático interior, mermando así la economía familiar.

El principal problema de la construcción de viviendas con bloques de concreto hueco, es su baja resistencia térmica, ya que esto ocasiona que en climas extremos las ganancias de calor sean elevadas y como consecuencia las condiciones de habitabilidad intramuros se encuentren fuera de la zona de confort.

La resistencia térmica de un material representa la capacidad del material de oponerse al flujo de la temperatura. En el caso de materiales homogéneos es la razón entre el espesor y la conductividad térmica del material; en materiales no homogéneos la resistencia es el inverso de la conductancia térmica. La Resistencia térmica (R) y la Conductancia térmica (C) de los materiales son recíprocas una con otra y pueden derivarse de la conductividad térmica (k) y el grosor de los materiales. El TCiMR de C-Therm mide la conductividad térmica y, por lo tanto, prepara el camino para determinar la resistencia y la conductancia térmicas.

A continuación, mencionaremos algunos de los materiales más comunes utilizados para la construcción y enumeraremos sus propiedades y su resistencia térmica.

El bloque en de concreto es un producto con propiedades únicas, que tiene una composición muy similar a la del granito. Es un material ligero utilizado en su estado natural, requiriendo solo de una trituración y clasificación de tamaño para el producto terminado.

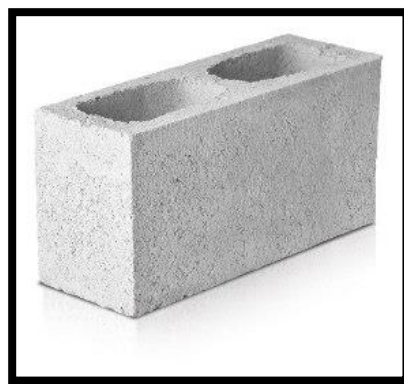


Imagen 1 Block de concreto. Obtenida de: <https://www.ferreteriafara.com/producto/block-de-concreto-de-6-x-8-x-8>

El bloque de concreto utilizado en México es fabricado en diversas medidas, los más comunes que se utilizan en la construcción de viviendas son de 15×20×40 y 12×20×40 centímetros, con dos cavidades huecas interiores de 10×16 y 7×16 centímetros. La forma en que se disponen los bloques huecos al fabricar los muros, forman cavidades alargadas verticales en forma de ductos con altura mínima de 2 m, denominada altura de cerramiento sin considerar la junta de mortero, asimismo tienen una sección transversal máxima de 10×16 cm para el bloque de 15 cm; de 7×16 cm para el bloque de 12 cm de ancho. La determinación de la resistencia térmica en muros con base en bloques huecos involucra la consideración de los mecanismos acoplados de transferencia de calor por conducción a través del concreto, así como la convección natural y radiación en las cavidades. Pese a las múltiples ventajas constructivas del bloque convencional como lo es su bajo costo, la reducción de cargas, el aislamiento térmico y acústico son muy bajo a comparación de los distintos blocks que existen en el mercado como el block vulcano.

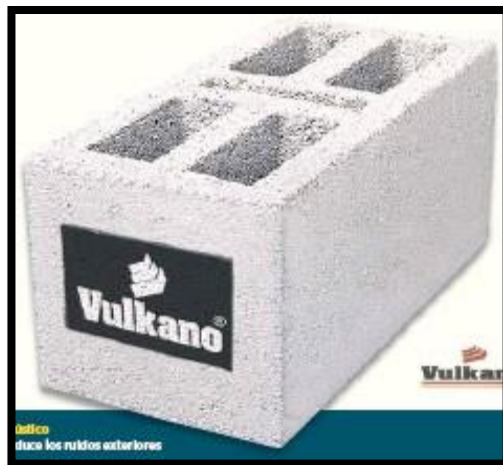


Imagen 2 Block vulcano. Obtenido de.
<https://www.pressreader.com/mexico/el-norte/20180730/282634623422262>

Un ladrillo es un material de construcción, normalmente cerámico y con forma ortoédrica, cuyas dimensiones permiten que se pueda colocar con una sola mano por parte de un operario. Se emplea en albañilería para la construcción en general. La arcilla con la que se elabora el ladrillo es un material sedimentario de partículas muy pequeñas de silicatos hidratados de alúmina, además de otros minerales como el caolín, la montmorillonita y la illita. Se considera el adobe como el precursor del ladrillo, puesto que se basa en el concepto de utilización de barro arcilloso para la

ejecución de muros, aunque el adobe no experimenta los cambios físico-químicos de la cocción. El ladrillo es la versión irreversible del adobe, producto de la cocción a altas temperaturas (350 °C) Existen diferentes formatos de ladrillo, por lo general son de un tamaño que permita manejarlo con una mano. En particular, destacan el formato métrico, en el que las dimensiones son $24 \times 11,5 \times 5,25 / 7 / 3,5$ cm (cada dimensión es dos veces la inmediatamente menor, más 1 cm de junta) y el formato catalán de dimensiones $29 \times 14 \times 5,2 / 7,5 / 6$ cm, y los más normalizados que miden $25 \times 12 \times 5$ cm. Continúan utilizándose por su gran demanda, dado su reducido coste en obra, medidas de $50 \times 24 \times 5$ cm.

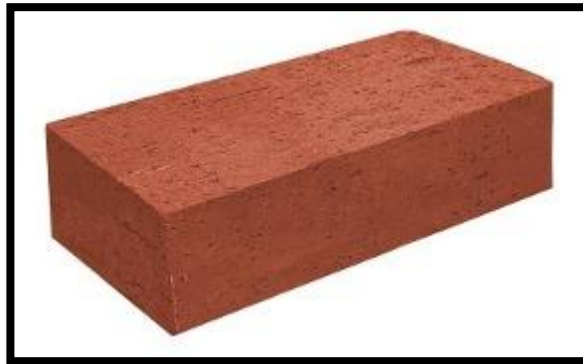


Imagen 3 Ladrillo común. Obtenido de:
<https://www.yolito.cl/Producto/1862130801044>

Para productos de arcilla y cerámica, este indicador varía de 0.7 a 0.9 kJ / kg. El ladrillo de silicato da indicadores de 0.75-0.8 kJ / kg es capaz, cuando se calienta, para dar un aumento en la capacidad de calor de 0,85 a 1,25.

La resistencia a las heladas se determina mediante ciclos de congelación y descongelación. Este parámetro es importante al elegir el tipo de ladrillo para colocar muros de apoyo. La marca depende del número de ciclos y se indica en los productos. La mayor resistencia a las heladas la poseen los ladrillos de revestimiento y los rojos, que pueden soportar temperaturas de hasta -50 grados Celsius y menos. Si utiliza ladrillos de silicato, sus propiedades son peores, por lo que la colocación deberá realizarse en dos capas. El silicato no es adecuado para la construcción de la cimentación.

En la imagen 4, se muestra como comportan los materiales en cuanto a la conducción, resistencia y la transmisión térmica.

	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	RESISTENCIA TÉRMICA	TRANSMITANCIA TÉRMICA
DEFINICIÓN	Propiedad física de los materiales que mide su capacidad de conducción de calor, es decir, mide cómo de fácil es el paso de calor a través de ellos.	Propiedad física de los materiales que mide su capacidad de oponerse a un flujo de calor. La resistencia térmica total R_t de un elemento constructivo es la suma de las resistencias térmicas superficiales y la resistencia térmica de las diferentes capas que lo componen.	Propiedad física de los materiales que mide la cantidad de energía que atraviesa un elemento en una unidad de tiempo, es decir, mide el calor que se pierde o se gana a través de un elemento.
CONCEPTO			

Imagen 4 Conducción, resistencia y transmisión térmica de los materiales. Obtenida de: <https://www.ironlux.es/diferencia-entre-conductividad-termica-resistencia-termica-y-transmitancia-termica/>

En condiciones climáticas invernales, el calor de la casa se mantiene gracias a la caldera del sistema de calefacción. Pero para evitar la disipación del calor, necesitamos las paredes, el piso y el techo del material apropiado, que mantiene bien la temperatura deseada. El tipo de ladrillo juega un papel importante durante la construcción. El material debe ser elegido, teniendo en cuenta todos los parámetros y condiciones climáticas.



Imagen 5 Block Farlic Obtenida de https://www.youtube.com/watch?v=yZqL3VB_shY

Actualmente en el mercado existen nuevas tecnologías que propician la creación de nuevos materiales para la construcción, uno de ellos es el block ‘‘Farlic’’, el cual está elaborado con silicoaluminatos de calcio, vermiculita expandida, fibras aglomerantes hidráulicas y un aditivo

resistente que logra un producto de alta resistencia al paso de temperaturas de un extremo a otro en muros. Algunas de las ventajas son las siguientes:

- Ocho veces mayor poder térmico de bloques tradicionales y cinco veces más que el ladrillo.
- Impide el paso del calor extremo en verano al interior de las viviendas.
- En invierno aísla el frío del interior manteniendo un ambiente cálido.
- No permite la salida del aire frío generado por los sistemas de refrigeración.
- Mantiene el calor generado por sistemas de calefacción en invierno.
- Mantiene sus propiedades térmicas de por vida.
- Ecológico al contribuir con el cuidado del medio ambiente
- Ahorro del 30% al 60% de energía eléctrica por conceptos de refrigeración y calefacción, ya que se requiere menor cantidad de energía para enfriar o calentar los interiores de las construcciones.

Las ventajas de este producto aparentemente son demasiadas y se podría pensar que es la mejor solución en cuanto a material térmico, desgraciadamente, es un material costoso hasta un 55% más que el block de concreto, por lo que lo hace un producto no muy asequible para la población en general, Además de que sus compuestos químicos que lo hacen retardante al fuego son altamente contaminantes.

De modo que, es necesario la integración de nuevos materiales como el que se propone en dicha investigación, el cual cumple con el aislamiento requerido para esta región, a un costo asequible, que no contaminen y lo más importante que cumplan con el nivel de sustentabilidad al utilizar materiales reciclados.

Capítulo II.- Características principales de los plásticos en la localidad

Los plásticos son aquellos materiales que están hechos de polímeros sintetizados o de pequeñas moléculas. Los compuestos usados para realizar estos materiales vienen de químicos derivados del petróleo o petroquímicos. (LIFEDER, s.f.). La mayoría de los materiales sintéticos están fabricados de químicos que provienen de polímeros, por lo tanto, son más fuertes y resistentes; componen la mitad de los materiales utilizados en el campo de la tecnología. En este proceso, se utilizan altas temperaturas para cambiar y moldear la forma y las dimensiones de las fibras o materiales sintéticos.

Estos materiales son resistentes y suelen ofrecer características amigables para el consumidor. Algunas de las características más comunes son materiales a prueba de agua, materiales que se pueden estirar y piezas resistentes a las manchas. Esto es posible ya que las fibras naturales son sensibles a los elementos y tienden a quebrarse con el paso del tiempo; esto quiere decir que son biodegradables. Un ejemplo de estos son las fibras de polipropileno que se usan en las alfombras o las variedades de polietileno que se usan para hacer botellas de plástico.

Los plásticos no se degradan, por eso son una gran fuente de contaminación ambiental. Adicionalmente, la mayoría de los plásticos son derivados del crudo, el cual no es renovable. Pero la tecnología ha hecho posible convertir recursos renovables en plásticos y gomas sintéticas. Estas sustancias son sustentables porque guardan recursos fósiles y aunque todavía no son biodegradables, es un gran avance para la ciencia.

El acrílico es muy duradero y resistente. Acepta el color muy bien, no tiene problemas al ser lavado y suele ser hipo alérgico. En cuanto a ropa, suele ser utilizada en la fabricación de medias, bufandas y sombreros. Adicionalmente, se usa en hilos para tejer, especialmente en el crochet

En la presente propuesta se utilizan para las pruebas experimentales, los siguientes polímeros:

- ABS (Acrilonitrilo, butadieno, estireno)

- Policarbonato.
- Poliacetal.

ABS (Acrilonitrilo, butadieno, estireno)

Según Massó (2015) el plástico ABS toma ese nombre por las siglas de los tres diferentes monómeros que se utilizan para producirlo: acrilonitrilo, butadieno y estireno; y se le denomina terpolímero por estar compuesto de 3 bloques. (Massó, 2015)

El acrilonitrilo proporciona rigidez, resistencia a ataques químicos y estabilidad a alta temperatura, así como dureza. El butadieno proporciona tenacidad a cualquier temperatura, en ambientes fríos reacciona de diferente manera que otros plásticos, los cuales se vuelven quebradizos. El estireno aporta resistencia mecánica y rigidez.

La mayoría de los plásticos de las computadoras o protectores están elaborados de ABS, una cantidad significativa de plásticos son recuperados durante el reciclado de productos electrónicos. Miles de toneladas de plástico ABS se recolectan cada año por medio del reciclado, pero no solo los equipos computacionales son el único recurso de plásticos ABS sino también los electrodomésticos.

Las resinas de ABS especialmente los que son mayor a un 50% en goma son especiales para la producción de polímeros, mezclas y aleaciones de goma y muestran cierta dureza, resistencia a químicos y soportan altas temperaturas (Scheirs , 1997).

Las propiedades de particular importancia son: rigidez y alto impacto de resistencia, estabilidad dimensional, resistencia a la distorsión por calor, propiedades a baja temperatura, resistencia al alto impacto, rigidez, calidad de superficie, estabilidad a elevadas temperaturas, resistencia química, resistencia a las cuarteaduras por estiramiento. (Brydson, 1999)



Imagen 6 ABS Triturado. Fuente: <http://www.morlim.com>

Policarbonato

El Policarbonato (PC), es un polímero del grupo de los termoplásticos, y como tal, se caracteriza por ser fácil de trabajar, moldear y termo formar; lo que lo convierte en un material muy atractivo en la manufactura moderna. Su nombre viene de su estructura molecular (-O-CO-O-) que se compone de polímeros que presentan grupos funcionales unidos por grupos de carbono en una larga cadena molecular. Se conoce también como plástico de ingeniería. (Scheirs, 1997, p 317). Las propiedades del policarbonato son: Rigidez a los 140°C, transparencia, buen conductor de electricidad, autoextensible, inercia fisiológica.

Este material tiene la desventaja de ser el más costoso que el polietileno, poli estireno y PVC, y requiere un proceso especial a la hora de hacerlo, poca resistencia a los químicos y a la luz ultravioleta, susceptibilidad al agrietamiento bajo tensión y tiene un color amarillo pálido (Brydson, 1999, págs. 556-579)



Imagen 7 Policarbonato triturado. Fuente: <http://www.morlim.com/>

Poliacetal

Los poliacetales están caracterizados por su rigidez, excelente capacidad de carga y lubricidad inherente, una opción de reciclaje generalizada para el poliacetal es el reciclaje químico. La estructura acetal del polímero es inestable en sustancias ácidas, especialmente en ácidos fuertes, este factor es usado como ventaja para el proceso químico de reciclaje. (Brydson, 1999)



Imagen 8 Poliacetil triturado. Fuente: <http://www.morlim.com/>

Experimentación con materiales sintéticos.

En Ciudad Juárez, aunque específicamente marca un porcentaje de residuos en la industria manufacturera, de acuerdo a los estudios de INEGI, contamos con un total de 2315 empresas maquiladoras, sin embargo son 1, 270 .250 residuos sólidos urbanos recolectados diariamente. (INEGI, 2008).

Esto nos da un panorama general de la posibilidad de aplicación de viabilidad ya que el 50 % de los artefactos utilizados por el hombre y en la mayoría de las actividades se utiliza el plástico en gran proporción y así mismo es desechado, pudiendo con ello mantener su vida útil.

Mantener el medio ambiente no tiene por qué restarnos calidad de vida, esto significa la posibilidad de lograr un equilibrio entre la velocidad con que producimos, consumimos y manejamos los desechos plásticos.

Durante la investigación se contactaron al menos dos plantas recicladoras de las cuales solo una (llamada Morlim); recibe diariamente tarimas, plásticos (HDPE, PP, PS,ABS,NYLON, PC), cartón americano y oriental, papel, archivo muerto, metales (cobre bronce, aluminio, cable

insolado y chatarra). Dicha empresa puede proveer el material de plástico triturado con un costo por kilogramo de 13.33 pesos aproximadamente.



Imagen 9 máquinas de triturado. (Medina, recuperado de <http://www.morlim.com/>)

El proceso de trituración proporciona un material homogéneo, del mismo tamaño y una forma muy similar, independientemente de la forma y del tamaño que tengan originariamente. Se pueden depositar botellas de plástico, sillas, cajas entre otros que resultará en un material pequeño y, sobre todo, fácil de transportar y de almacenar.



Imagen 10 Material en costales para su transportación. (Morales, recuperado de [http://www.morlim.com\)](http://www.morlim.com/)

El triturador básicamente se compone de una boca de entrada, que permite el acceso a las piezas de plástico y que está preparado para evitar, en la medida de lo posible, proyectar piezas al exterior. Un rotor incorpora varias cuchillas que, gracias a la potencia y velocidad de giro, cortan

y trituran las piezas de plástico. Después, pasa por un tamiz o por una rejilla que únicamente permite el paso a los trozos de un tamaño deseado. Por último, pasa por una cinta hasta un depósito donde se almacena el producto, facilitando a dicha empresa el manejo y la optimización del espacio.



Imagen 11 Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=FEGX_vC-BoM

Capítulo III. Propuesta de prototipo de placa aislante térmica para espacios interiores.

El proceso de conceptualización del prototipo de placa aislante térmica enumera las siguientes etapas, las cuales fueron un parteaguas para la creación del producto final.

1. Recolección de datos sobre los principales productos plásticos de reciclaje de la localidad.
2. Selección de planta recicladora (caso de estudio).
3. Selección de los polímeros.
4. Selección de la forma base del prototipo.
5. Experimentación del comportamiento del plástico triturado y el aglutinante.

La industria de plásticos ha evolucionado en forma considerable dentro del sector de manufactura en esta zona fronteriza y su implementación se ha visto reflejada en los diversos sectores que proveen a diferentes industrias, tales como la automotriz, electrónica, electrodomésticos, juguetes, etc. Los plásticos más utilizados en la industria maquiladora en Cd. Juárez, son: ABS, Policarbonato y Poliacetal. La producción de estos plásticos aumenta considerablemente año con año dentro del sector maquilador y con él, el desperdicio que se obtiene de la creación de dichos productos va en aumento, por lo que las repercusiones que tendría el no reutilizarlos propiciarían un aumento desmedido de agentes contaminantes nocivos para la salud.

Mientras las industrias maquiladoras no ofrecen una solución a sus desechos, existen empresas dedicadas a la recolección de estos; una de ellas es *Reciclados Morlim S.A. de C.V.* en donde se recolecta, comercializa y se producen plásticos no peligrosos. En este lugar se obtuvo orientación sobre los procesos que ahí se desarrollan y la función que llevan realizando en conjunto con la industria maquiladora, dicha actividad los ubica como proveedores principales de soluciones para los desechos industriales, poniendo así a *Reciclados Morlim S.A. de C.V.* como la primera opción para adquirir nuestra materia prima.

Durante la visita a la planta de *Reciclados Morlim S.A. de C.V.* se encontramos que los tres principales tipos de plástico que se procesan para trituración son; poliacetal, ABS y policarbonato. Posteriormente se realizó una investigación previamente descrita en el capítulo anterior sobre sus características y propiedades la cual dio pie a utilizarlos como base del prototipo. Se adquirió

aproximadamente 2 kg de cada plástico ya que esta cantidad fue suficiente para realizar todas las pruebas.

Para dar inicio al prototipado, se investigó sobre la forma que tendría que tener el recubrimiento para obtener un mayor funcionamiento.

Siguiendo los lineamientos de arquitectura básica, encontramos que la funcionalidad proviene directamente de la forma, es por esto que se eligió una base cuadrangular, se realizó a base de un molde de madera de 20 x 20 cm con 10 cm de espesor unida con clavo puesto a presión.



Imagen 12 Molde de madera. 20x20x10. Para realizar la primera prueba. Imagen propiedad del autor

Posteriormente, se cubrió el molde con una bolsa de plástico con la finalidad de retirar fácilmente el contenido de la mezcla, como se indica en la imagen 15.



Imagen 13 Molde de madera. 20x20x10 con bolsa de plástico para retirar fácilmente el contenido seco. Imagen propiedad del autor

Experimentación del comportamiento del plástico triturado y el aglutinante SIKAFLEX PRO11

Para corroborar la efectividad del prototipo se efectuó la etapa de experimentación donde se evidencia:

1. Aglutinante

Se utilizó el Silicón SIKAFLEX PRO11 ya que es un sellador elástico de juntas, curado por humedad, componentes químicos y adhesivo multiuso a base de poliuretano. Es adecuado para ser aplicado en interiores y exteriores.

El motivo de la utilización de este aglutinante se deriva de sus propiedades para unir elementos pequeños, es por ello que en la aplicación se mezcló el aglutinante con el plástico triturado para impregnar totalmente el material y evitar desperdicio de silicón



Imagen 14 Mezcla de Poliactal y Silicón SIKAFLEX PRO11. Imagen propiedad del autor



Imagen 15 Mezcla de ABS y Silicón SIKAFLEX PRO11. Imagen propiedad del autor



Imagen 16 Mezcla de Policarbonato y Silicón SIKAFLEX PRO11. Imagen propiedad del autor

2. Vaciado

Enseguida, la mezcla se vacía en el molde ya recubierto con la bolsa y se presiona para que al secar el material quede rígido.



Imagen 19 Molde de madera mezcla de plástico triturado Poliacetal y silicón SIKAFLEX PRO11. Imagen propiedad del autor



Imagen 18 Molde de madera mezcla de plástico triturado Policarbonato y silicón SIKAFLEX PRO11. Imagen propiedad del autor

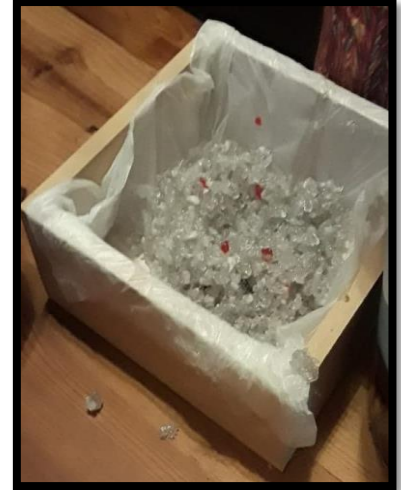


Imagen 17 Molde de madera mezcla de plástico triturado Poliacetal y silicón SIKAFLEX PRO11. Imagen propiedad del autor

Después de casi 100 horas la mezcla se seca y se retiran las piezas de los moldes y se obtiene el primer resultado. Una figura cuadrada con textura visual y táctil, que al momento de la manipulación desprende pequeñas piezas de producto.



Imagen 20 Mezcla de Policarbonato triturado y silicón SIKAFLEX PRO11 después de casi 100 horas de secado. Imagen propiedad del autor



Imagen 21 Mezcla de plástico ABS triturado y silicón SIKAFLEX PRO11 después de casi 100 horas de secado. Imagen propiedad del autor.



Imagen 22 Mezcla de plástico Poliacetal triturado y silicón SIKAFLEX PRO11 después de casi 100 horas de secado. Imagen propiedad del autor.

Experimentación del comportamiento del plástico triturado y el aglutinante de resina epóxica

Para corroborar la efectividad del prototipo se efectuó la etapa de experimentación donde se evidencia lo siguiente:

Se utilizó resina epóxica marca Sayer Lack, Sayer Art y un catalizador para resina epóxica. El motivo de la utilización de esta resina ya que es un derivado del polímero ABS y contiene las mismas propiedades que el plástico ABS de resistencia al frío, al calor y a rupturas por contracción del material por diferencia de temperaturas.

Para la segunda prueba se utilizó un formato de molde diferente al anterior en cuanto a forma, material y tamaño. En este caso fue un molde de silicón para *cupcakes*, para así tener una fácil extracción de la muestra. Debido a que la experimentación con este nuevo aglutinante implicaba el riesgo de que la pieza no pudiera ser extraída, así como también para hacer pruebas por densidad.



Imagen 25 Mezcla de plástico Poliacetil triturado y resina epoxica Sayer Lack Sayer Art después de casi 72 horas de secado. Imagen propiedad del autor.



Imagen 24 Mezcla de plástico Policarbonato triturado y resina epoxica Sayer Lack Sayer Art después de casi 72 horas de secado. Imagen propiedad del autor.



Imagen 23 Mezcla de plástico Policarbonato triturado y resina epoxica Sayer Lack Sayer Art después de casi 72 horas de secado. Imagen propiedad del autor.

Este producto en particular tiene un tiempo de secado superior al resto, de unas 20 horas a 20°C. Además, durante su aplicación no desprende olor y una vez seco presenta muy poca contracción. Durante el prototipado se pudo observar una diferenciación entre los acabados, con el silicón se obtuvo un material texturizado por ambas caras ya que el silicón no funge como un encapsulado, mientras que la resina dio un aspecto liso en las caras sumergidas y en la capa superior un aspecto rugoso.

Pudiendo concluir así que, el prototipo con silicón no es el óptimo ya que es sensible al tacto, se deshace con facilidad y su proceso constructivo fue más costoso a comparación del prototipo con resina epóxica, por lo que se optó por utilizar la resina en el molde cuadrado para brindar rigidez y disminuir los costos de producción; el resultado fue el siguiente:



Imagen 26 Placa de 40 x 50 cm de Policarbonato con Resina epóxica Sayer Lack Sayer Art. Imagen propiedad del autor

Se utilizó solamente el plástico policarbonato para este prototipo final, debido al costo de la resina que no es viable en cuanto a accesibilidad monetaria.

Se modificaron las dimensiones del molde ya que era necesario un formato más grande respecto al anterior para realizar las pruebas de termicidad, esto con la finalidad de cubrir un área mayor de medición y obtener resultados más precisos. En el siguiente capítulo, exponemos los resultados de dicha medición.

Capitulo IV. Resultados de la aplicación de placa de plástico de policarbonato con resina epóxica como material térmico en interiores

Para la fase de aplicación y medición se utilizó una placa compuesta por 400 gr de plástico de policarbonato sumergida en 750 ml de resina epóxica y 750 ml de catalizador. Las dimensiones de la placa son de 40 cm x 50 cm por 1 cm de espesor.



Imagen 27 Placa de Policarbonato con dimensiones de 40 x 50 cm.

Posteriormente se colocó la placa en una superficie vertical (muro interior) situado en los edificios A y Y3 del Instituto de Arquitectura Diseño y Arte para la medición de diferencias por temperatura al utilizar el recubrimiento de placa de plástico de policarbonato con resina epóxica.



Imagen 28 Placa situada en el muro en los que se midió la termicidad

Se utilizó una cámara térmica para analizar temperaturas en diferentes situaciones de manera precisa, esta posee sensores infrarrojos que detectan la luz infrarroja emitida en el espectro electromagnético. Para construir una imagen, una cámara infrarroja utiliza un termograma, que es, a grandes rasgos, un patrón de temperaturas. Estos datos se envían al procesador de la cámara, que, junto con la imagen, es capaz de mostrar una imagen térmica. Los colores azul y violeta se utilizan para el frío. Del violeta, se pasa al rojo, naranja, amarillo y se llega hasta el blanco, siendo este el más caliente de todos. Estas cámaras tienen una resolución baja, y cuanto mayor sea la distancia a la que se sitúa el objeto cuya temperatura queremos conocer, menor será la precisión.

Hay dos tipos de sensores para detectar calor en un objeto: pasivos y activos. Los pasivos detectan el calor que emite un objeto por sí mismo. Los activos, por otra parte, además de detectar el calor, son capaces de calentar la superficie del objeto a través de un láser u otra fuente de energía, con el objetivo de que el sensor pueda recoger más fácilmente la información sobre la temperatura.



Imagen 29 Cámara térmica marca FLIR modelo b40, mismo modelo utilizado para las pruebas de termicidad. Imagen obtenida de:
http://www.lgcweb.com.ar/IMG/pdf/FLIR_Distribution_Cameras_Brochure_i5_i7_InfraCAM_i40_i50_i60_4_pager.pdf

Análisis Edificio A

Situado al poniente, esta edificación cuenta con un soleamiento directo desde las 12:00 del mediodía a las 6:00 de la tarde en verano y de 12:00 del mediodía a 5:00 de la tarde en invierno. Es estas horas es donde se registran temperaturas elevadas en verano y favorecedoras en invierno.

Se tomó la temperatura del muro interior situado al poniente con la cámara térmica y se obtuvo una temperatura de 24.8°C a 24.9° C.



Imagen 30 imagen donde se muestra el muro a estudiar y la cámara térmica arrojando resultados. Imagen propiedad del autor.

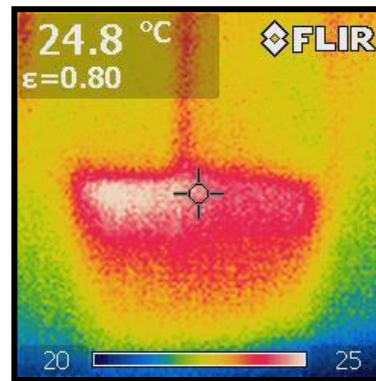


Imagen 31 imagen de la cámara térmica que muestra una temperatura en el muro de 24.8 °C.. Imagen propiedad del autor.

Posteriormente se colocó la placa de plástico aislante sobre el mismo muro, permaneciendo durante un periodo de una hora, la temperatura arrojada por la cámara térmica fue de 23.1°C. Obteniendo una diferenciación de 1.8°C menos.

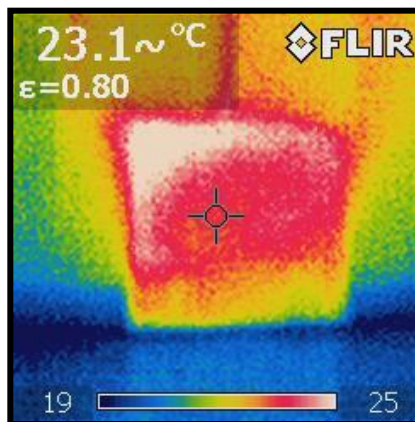


Imagen 32 imagen de la cámara térmica que muestra una temperatura en el muro de 23 °C. Imagen propiedad del autor

Análisis edificio Y3

Situado al oriente, pero el muro del cual se tomará la medición está orientado al norte donde recibe un asoleamiento muy bajo casi nulo durante ambas estaciones. Se eligió este muro en específico por su escaso asoleamientos y bajas temperaturas al interior.

Se tomó la temperatura del muro interior situado al poniente con la cámara térmica y se obtuvo una temperatura de 18°C

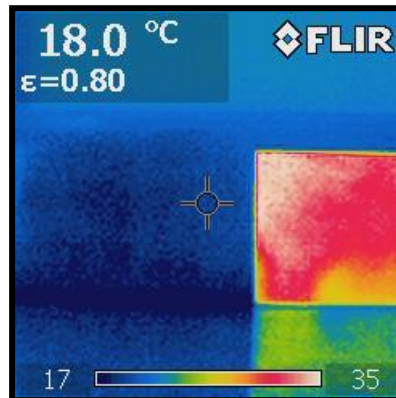


Imagen 33 imagen de la cámara térmica que muestra una temperatura en el muro de 18°C. Imagen propiedad del autor.

Posteriormente se colocó la placa de plástico aislante sobre el mismo muro, permaneciendo durante un periodo de una hora, la temperatura arrojada por la cámara térmica fue de 24.2°C. Obteniendo una diferenciación de 6.2°C más.

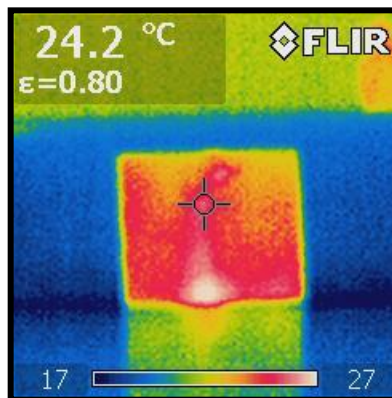


Imagen 34 imagen de la cámara térmica que muestra una temperatura en el muro de 24°C. Imagen propiedad del autor.

Resultados

En los resultados de las pruebas de termicidad realizadas con la cámara térmica, se puede observar que la placa aislante propuesta es más efectiva cuando se pone a prueba con temperaturas bajas en los muros, mostrando 6 grados a favor, por el contrario, cuando se comparó con temperaturas altas en los muros se pudo observar la diferencia de 1.8°C a favor.

En ambos resultados las pruebas resultaron favorecedoras, ya que el prototipo muestra una temperatura ideal para el confort del interior de la edificación. Por otra parte, también se observó que el acabado final del material brindara de estética al muro en el que se proponga, ya que además de aportar una vista novedosa, se puede observar el relieve de los plásticos encapsulados en la superficie, por lo tanto, su textura es visible.

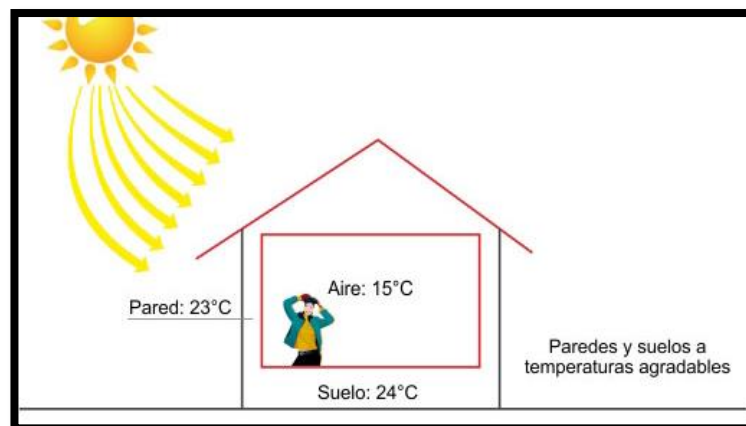


Imagen 35 Temperaturas ideales al interior de la edificación.
Imagen obtenida de
<http://www.solucionesespeciales.net/Index/Noticias/05Noticias/374880-El-clima-de-nuestra-vivienda.aspx>

Conclusión.

La presente investigación surge de la inquietud de elaborar un prototipo de recubrimiento estético que estuviera constituido principalmente por un material al que se le diera un segundo uso y que por sus mismas propiedades generara aislamiento y confort térmico al interior de una edificación, para así mejorar la calidad de vida de los usuarios.

Primeramente, se estudió el clima de Ciudad Juárez, en el cual se pudo observar que la zona está situada en una región de clima desértico, por lo tanto, tiene temperaturas extremadamente variables entre una época del año y otra.

Al conocer el clima fue necesario investigar el tipo de materiales constructivos que se utilizan para la construcción de viviendas y edificios, ya que según las temperaturas es conveniente elegir materiales que conserven el confort térmico al interior de la edificación en verano e invierno.

La investigación de materiales proyectó que, en dicha ciudad, se utilizan materiales no recomendados para el tipo de clima. Estos son utilizados por su bajo costo, tal es el caso del block de concreto y por otro lado el ladrillo que es de fácil adquisición en el mercado. También se utilizan otros materiales como el Farlic, pero tiene un alto costo en comparación a los anteriores, por lo tanto, no es accesible para viviendas socioeconómicas

Así mismo, al conocer el clima, los materiales constructivos utilizados y las propiedades de cada uno, se comenzó la investigación sobre un material reciclado que abundara en la región. Es así como en la búsqueda se encontró el plástico triturado, proveniente de las industrias maquiladoras, las cuales se encargan de reducir sus desechos con ayuda de empresas dedicadas al reciclaje. Posteriormente, las recicladoras venden el recurso para que otras empresas les den un nuevo uso.

Se contactó en específico una recicladora en la cual se encontró la materia prima principal para la presente investigación. Se proporcionaron tres plásticos, los cuales se eligieron por ser los tres principales desechos que llegan a la recicladora; ABS, poliacetal, policarbonato.

Posteriormente al conocer los desechos existentes, se investigaron sus características y propiedades para conocer si serían viables para la propuesta. Se debe agregar que los plásticos mencionados cumplían con los atributos que se buscaban para la realización del prototipo.

Considerando que ya se tenían los tres materiales elegidos, se continuó a través de prueba y error con tentativas de posibles recubrimientos utilizando dos aglutinantes para probar cuál podría ser el indicado para la composición del recubrimiento, buscando que el aglutinante conservara las propiedades del plástico, brindara texturizado y mantuviera rígida y comprimida la pieza. Al final de las pruebas con aglutinados se concluye que la resina epóxica cumple con los parámetros buscados en cuanto a diseño, estética y costo.

Al tener electo el aglutinante se generó una placa de plástico triturado encapsulada con resina epóxica, a la cual, se les expuso a pruebas de termicidad con la cámara térmica para corroborar que era posible utilizarlo como recubrimiento aislante para los interiores de las edificaciones.

Se prosiguió a evaluar la termicidad de la placa por medio de una cámara térmica que arrojó como resultado que, esta, cumple con los parámetros de aislamiento, ya que como pudimos observar, la placa permanece a temperaturas convenientes para el confort térmico, en comparación a los muros en los que fue evaluada.

Pudiendo concluir así, que el material propuesto aportaría un aislamiento térmico a los muros en los que se coloque, mencionando también que, puede ofrecer un acabado novedoso, aportando un valor decorativo al interior.

Para finalizar, se agrega que las novedosas aplicaciones de los ya conocidos recursos estudiados aquí muestran versatilidad y favorecedoras propiedades, por ello se considera diseñar materiales innovadores, que contribuyan y promuevan la reutilización de productos a los que es difícil su descomposición.

Además de los beneficios térmicos en cuanto a ganancia y pérdida de temperaturas, esta propuesta es estética y creativa ya que se pueden crear distintos modelos por la diversidad de colores encontrados en los plásticos.

BIBLIOGRAFIA

- Alonso, L. G. (s.f.). *Métodos de investigación de enfoque experimental*. Obtenido de <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>
- Barraza, O. (2014). *Análisis de la gestión del hueco de la vivienda de interés social en clima cálido-seco; Ciudad Juárez, México*. Barcelona: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. David McKay Company, Inc.
- Brydson, J. (1999). Plastics Based on Styrene. En J. Brydson, *Plastics Materials* (págs. 441- 448). Great Britain: Butterwort Heinemann.
- Cabanillas, R., Hinojosa, J., Borbón, A., & Perez, J. (2011). Estudio Numérico de la Resistencia Térmica en Muros de bloques de concreto hueco con aislamiento termico. *Información tecnológica*, 22(3), 27-38. doi:10.4067/S0718-07642011000300005
- Definicion. (s.f.). *defi*. Obtenido de <https://definicion.de/recubrimiento/>
- ecologia, D. d. (s.f.). Chihuahua: Gobierno del Estado.
- ecured. (s.f.). Obtenido de http://www.ecured.cu/index.php/Ciudad_Ju%C3%A1rez
- EcuRed. (2019). Obtenido de https://www.ecured.cu/Ciudad_Ju%C3%A1rez#Clima
- Gonzales , J., & Miramontes, O. (11 de Enero de 2017). *Materiales Naturales aplicado en la arquitectura*. Tepic, Nayarit.
- Humanidades, N. R. (2009). Impactos de la maquila en el medio ambiente de Ciudad Juárez. Ciudad Juarez, Chihuahua, Ciudad Juarez.
- Ignacio, M. F. (28 de 09 de 2009). Características de la metodología cualitativa. Obtenido de <https://conocimientopractico.wordpress.com/article/caracteristicas-de-la-metodologia-2sr10788nwjjj-26/>
- (s.f.). Impactos de la maquila en el medio ambiente de Ciudad Juarez. *Impactos de la maquila en el medio ambiente de Ciudad Juarez*. Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, Ciudad Juarez.
- INEGI. (2008). Obtenido de WWW.INEGI.ORG.MX
- internet. (s.f.). Obtenido de <https://www.arqhys.com/articulos/petresos-materiales.html>

Internet. (s.f.).

http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/6045/Tesis_56212.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

LIFEDER. (s.f.). Obtenido de <https://www.lifeder.com/materiales-sinteticos/>

López, E. A. (s.f.). *eumed.net enciclopedia virtual*. Obtenido de http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia_cuantitativa.html

Massó, M. (2015). Disseny d'un sistema de detecció de vehicles lents. *Disseny d'un sistema de detecció de vehicles lents*. Barcelona.

Peña, L. (2010). Diseño bioclimático en espacios abiertos para zonas . En E. s. desierto. Universidad de Sonora.

Pérez, J. C. (4 de agosto de 2010). *Estudio Numérico de la Resistencia Térmica en Muros de bloques de concreto hueco con aislamiento termico*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v22n3/art05.pdf>

Scheirs, J. (1997). Recycling of Engineering Thermoplastics. En J. Scheirs, *Polymer Recycling* (págs. 317-326). Victoria, Australia: Wiley.

Spain, F. (Dirección). (2011). *Molino Triturador | Cajas de Plastico Frutas FRP-203* [Película].

WIKIPEDIA. (s.f.). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_Ju%C3%A1rez