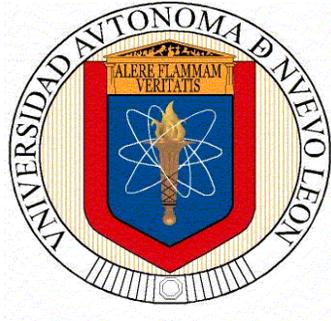


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ARQUITECTURA



TESIS

**FACTIBILIDAD DEL USO DE SUBPRODUCTOS PARA LA ELABORACIÓN
DE ELEMENTOS DE MAMPOSTERÍA COMO ALTERNATIVA PARA LA
VIVIENDA SOSTENIBLE DE MONTERREY, NUEVO LEÓN**

PRESENTA:

CLAUDIA ANAHÍ HERNÁNDEZ ALEMÁN

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN
EN GESTIÓN E INNOVACIÓN DEL DISEÑO**

FEBRERO 2022



Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Arquitectura



Maestría en Ciencias con orientación en Gestión e Innovación del Diseño

Área de investigación del programa:

Relaciones Hombre y Entorno

**Factibilidad del uso de subproductos para la elaboración de elementos de
mampostería como alternativa para la vivienda sostenible de Monterrey, Nuevo León**

Presenta como requisito parcial para obtener el grado de

Maestría en Ciencias con Orientación en Gestión e Innovación del Diseño

Claudia Anahí Hernández Alemán

Director de Tesis:

Dr. Francisco Javier Vázquez Rodríguez

San Nicolás de los Garza, N.L. 08 de Febrero del 2022

Prólogo

El trabajo de fin de grado presentado a continuación titulado la *Factibilidad del Uso de Subproductos para la Elaboración de Elementos de Mampostería como Alternativa para la Vivienda Sostenible de Monterrey, Nuevo León*, ha sido escrito como parte de los requisitos de graduación para el programa de la Maestría en Ciencias con Orientación en Gestión e Innovación del Diseño. El periodo de investigación y redacción de este trabajo se realizó a partir de enero de 2020 hasta diciembre de 2021. El trabajo fue realizado bajo la guía y orientación de mis maestros de las unidades de aprendizaje del plan de estudio académico y mi asesor de tesis. Este documento surge de la preocupación sobre el cuidado del medio ambiente afectado cada vez más por los altos niveles de contaminación, y sus posibles intervenciones a través de la arquitectura y la innovación del diseño, dado que estos últimos dos elementos han formado y formarán parte del desarrollo del ser humano y su presencia en el entorno en donde se encuentre.

Agradecimientos

Quiero agradecer a todos mis maestros de las unidades de aprendizaje del plan de estudio académico, tales como la Dra. Diana Ereyá Lugo Ondarza, M.C. Tzitel Pérez Aguirre, y M.C. Oscar Alejandro González, quienes con su experiencia nos ayudaron a mi y a mis compañeros de grado a mejorar y a superarnos como profesionistas en este programa académico. Así mismo, me gustaría agradecer por tanto de manera especial a mi asesor el Dr. Francisco Javier Vázquez Rodríguez, a la Dra. María Teresa Cedillo Salazar y a la Dra. María Teresa Ledezma Elizondo, quienes con su apoyo académico me han ayudado a lograr cumplir esta meta profesionalizante la cual es muy importante para mí tanto de manera profesional como de manera personal. Del mismo modo comparto un especial agradecimiento a mi familia, mi madre Elizabeth Alemán, y a

mis hermanos Angelica, Rubén y Elizabeth y a mi novio Roberto por todo el apoyo recibido durante este camino, y del mismo modo a Dios por guiarme y permitirme lograr esta meta.

Resumen

En esta investigación se analizó la factibilidad del uso de subproductos como elementos para la elaboración de un material de mampostería para la vivienda de clase media, posicionada en una región con características de clima seco y cálido como el del área metropolitana de Monterrey Nuevo León, México, partiendo de las características técnicas de los materiales, así como de la aceptación de su uso en la vivienda según la perspectiva de la población.

Abstract

This research analyzes the feasibility of using by-products as elements for the elaboration of a masonry material for middle-class housing, positioned in a region with dry and warm climate characteristics such as the metropolitan area of Monterrey Nuevo León, Mexico, based on the technical characteristics of the materials, as well as the acceptance of their use in housing according to the perspective of the population.

Palabras clave: *Sostenible-Factibilidad-Subproductos-Vivienda-Material.*

Prólogo.....	2
Agradecimientos.....	2
Resumen.....	4
Abstract.....	4

Capítulo 1. Planteamiento del Problema de Investigación

Introducción.....	8
Antecedentes.....	9
Estado del Arte	11
Declaración del Problema.....	12
preguntas de Investigación.....	13
Propósito.....	14
Hipótesis.....	14
Objetivos.....	14
Justificación.....	15
Importancia.....	17
Limitaciones.....	18
Delimitaciones.....	18
Trasfondo Filosófico.....	18
Definición de Términos.....	19

Matriz de Congruencia.....	20
----------------------------	----

Capítulo 2. Marco teórico

La sostenibilidad

<i>Breve origen de la vivienda sostenible en el área metropolitana de Monterrey</i>	
<i>Nuevo León.....</i>	<i>22</i>
<i>Elementos de la Sostenibilidad en la Vivienda.....</i>	<i>26</i>
<i>El Usuario/ Impacto Cultural</i>	<i>29</i>
<i>Impacto Ecológico.....</i>	<i>31</i>
<i>El Futuro de la Sostenibilidad en la Construcción.....</i>	<i>34</i>

Los materiales constructivos/ el bloque como mampuesto

<i>Tipologías y Características.....</i>	<i>38</i>
<i>El Bloque.....</i>	<i>43</i>
<i>Asequibilidad.....</i>	<i>46</i>

Los subproductos

<i>Orígenes.....</i>	<i>48</i>
<i>Tipologías y Características.....</i>	<i>50</i>

Capítulo 3. Marco metodológico

Tipo de investigación.....	58
Alcances.....	59

Población.....	59
Muestra.....	60
Variables.....	61
Operacionalización de las variables.....	62
Instrumento para la recolección de datos	64
Triangulación.....	66
Administración del instrumento.....	66
Análisis de los datos.....	68

Capítulo 4. Resultados

Resultados.....	70
Conclusiones.....	73
Referencias.....	76
Tablas.....	81
Figuras.....	81
Anexo.....	91

Capítulo 1. Planteamiento del Problema de Investigación

Introducción

Actualmente el mundo se encuentra ante una problemática ambiental provocada por los altos grados de contaminación, y la industria de la construcción ha sido partícipe en esta problemática, de la cual se puede intervenir a partir del desarrollo de materiales constructivos que promuevan el cuidado del medio ambiente.

Lo que se busca con esta investigación es generar una fuente de información útil que pueda ser aprovechada por profesionistas e investigadores del campo de la construcción, para lograr aumentar el porcentaje de sostenibilidad en los hogares de una población con condiciones climatológicas de tipo seco como las del área metropolitana de Monterrey Nuevo León, a través del análisis de la factibilidad de un material constructivo hecho a base subproductos de la industria de la construcción para la obtención de una mampostería con mayores beneficios ecológicos en comparación con la mampostería tradicional hecha base de productos cementantes, para de este modo lograr una vivienda más ecológica y digna para sus habitantes.

En el primer capítulo, se expone un breve resumen del contenido, así como los antecedentes de los materiales constructivos y su relación con el impacto que genera en el medioambiente. Así mismo, se plantea la naturaleza de la problemática y el propósito de la investigación, donde se pretende determinar la factibilidad de los subproductos como elemento para la elaboración de materiales constructivos, partiendo de sus características técnicas y planteando la consideración de la población sobre estos materiales para describir el contexto social en el que se encuentra.

A partir del segundo capítulo, se analiza el concepto de sostenibilidad y su importancia en el área metropolitana de Monterrey Nuevo León. Además, se analizan los componentes de la mampostería como material constructivo, así como sus características e impacto de su utilización a nivel nacional. Así mismo, se estudia la intervención de los subproductos en la industria de la construcción como elementos productivos y se determinan los beneficios y características de sus componentes.

En el tercer capítulo se expone el proceso metodológico de la investigación a través de la cual se desarrollan los enfoques, los alcances y los medios a utilizar para la obtención de resultados, así como la determinación de la población de estudio y muestra para el análisis. Además, se describen las variables de estudio y su significado como punto de análisis, partiendo de los antecedentes de investigación, así como de la importancia de la sostenibilidad en una región con características como la del área metropolitana de Monterrey Nuevo León, México. Además, se exponen los instrumentos utilizados para la recolección de los datos, la administración y análisis de estos para la obtención de los resultados. Por último, se presenta en el cuarto capítulo, los resultados obtenidos y se plantean las conclusiones derivadas del proceso de investigación.

Antecedentes

Los materiales constructivos se pueden definir como el conjunto de materia que se necesita para construir una obra, lo anterior partiendo de las definiciones planteadas por la Real Academia Española, la cual citando su definición determina por un lado al material como “cada una de las materias que se necesitan para una obra”, o el conjunto de ellas. Mientras que, por otro lado, define a la construcción como una “obra construida o edificada” (Real Academia Española, s.f.).

Cabe mencionar, que al hablar sobre los materiales constructivos a base de productos cementantes utilizados en la región metropolitana de Monterrey Nuevo León, se delimita tal como lo indica el gobierno del estado de Nuevo León, a las ciudades de; Monterrey, Apodaca, García, Ciudad General Escobedo, San Nicolás de los Garza, Guadalupe, San Pedro Garza García, Santa Catarina, y Ciudad Benito Juárez.

Se ha mostrado en algunos documentos científicos como el del Dr. Fitch en su investigación sobre el *Procedimiento para determinar el valor de la vivienda en el área metropolitana de monterrey*, que el mayor número de viviendas construidas en la región metropolitana de Monterrey son hechas a base de materiales cementante, de este modo “El material predominante empleado en paredes es el Tabique, ladrillo, block, piedra o cemento con un número de viviendas de 701,435 que representan el 79.8% con respecto a los de más materiales empleados en las viviendas del AMM” (Fitch, 2002).

Así mismo, algunos estudios han relacionado los factores que influyen en los elementos de una vivienda digna para el usuario con la incidencia de problemáticas y afectaciones que promueven malestares psicológicos en hombres que ejercen la violencia familiar en la Ciudad de México. La vivienda se menciona en algunos de los fragmentos de la siguiente cita:

...las personas en general pueden ser víctimas de problemáticas serias de salud mental derivadas de las huelgas, las jubilaciones anticipadas, el mal funcionamiento o quiebra de los negocios propios, la falta de créditos bancarios accesibles y las expropiaciones, los recortes a los servicios sociales y de salud mental, la desaparición de los fondos de pensiones, la falta de vivienda digna y la violencia social asociada a la pobreza (Ceballos y Keijzer, 2020).

Además, se ha comprobado en investigaciones como las del autor. Vázquez de la Universidad Autónoma de Nuevo León que algunos subproductos tiene potencial hidráulico, lo cual significa que cuentan con propiedades que les permiten endurecerse en presencia de agua, uno de los principales productores del cambio climático y este a su vez es una de las mayores amenazas del medio ambiente.

Estado del Arte

En este apartado se realiza una exploración de las investigaciones que se han realizado anteriormente con relación al tema de esta investigación presente, las cuales pudieran servir como de base de análisis para el desarrollo de la problemática planteada anteriormente. Para ello se ha elaborado una primera introducción a la discusión de la calidad del medio ambiente, no sólo nacional si no internacionalmente, en la cual podemos mencionar al Programa de Acción ante el Cambio Climático Nuevo León, en donde, a pesar de referirse a un plan de desarrollo de estrategias a nivel estatal, funciona como documento de información dónde se explica qué es el cambio climático y los principales gases que participan en su desarrollo.

Así mismo, cabe mencionar al autor Fichth, en su investigación sobre el *Procedimiento para Determinar el Valor de la Vivienda en el Área Metropolitana de Monterrey: a Partir del Confort Térmico* del año 2002, en la cual se demuestra el impacto de los elementos materiales de la vivienda en relación con el usuario, concerniente a una región con características aplicadas al tema de investigación presente como el área de Monterrey en Nuevo León, México.

Ahora bien, esta investigación centra su estudio en la valuación de la vivienda con elementos bioclimáticos aplicados comparada con la vivienda tradicional construida a base de mampostería. Sin embargo, lo anterior aporta al concepto de la importancia de los materiales de

una vivienda, en relación con en el usuario, yendo más allá del significado del material como un elemento constructivo que delimita espacios.

De igual manera, siendo el uso de los subproductos como material para la elaboración de una mampostería a favor de la vivienda sostenible, un tema de importancia para este trabajo, es conveniente mencionar la investigación del autor Vázquez, titulada el *Efecto de la Adición de Micro polvos de Caliza en las Propiedades de Cementos Híbridos Alcalinos Para su Uso como Material de Construcción Sustentable*, del año 2017. Cabe considerar, que parte de esta investigación se habla de la situación actual del medio ambiente a nivel internacional. Este estudio se orienta al análisis de la composición de los subproductos útiles en la elaboración de un material sustituto al cemento, para apotrar ante la problemática de la contaminación provocada de la industria de la construcción, por lo cual, este documento fue una de las principales bases de documentación para esta investigación.

En esta investigación, se adoptan estos estudios como base para determinar la factibilidad de los subproductos como elementos para la generación de materiales constructivos para la vivienda. Además, se incorpora el enfoque del usuario en la aceptación de los subproductos para ser utilizados como material sustituto del cemento y su aplicación como mampostería de muro en sus viviendas. Así mismo, se integra el enfoque de las personas sobre la contaminación en su región y su relación con el uso de materiales hechos a base de cemento, además de su concepto de sostenibilidad, para conocer el contexto en el que socialmente se desarrolla dicha investigación.

Declaración del Problema

Los materiales cementantes que se utilizan en la actualidad para la construcción de la vivienda tienen una gran área de oportunidad en relación con el cuidado del medio ambiente.

Dado que se ha comprobado en algunas investigaciones que la elaboración de cementantes a base de cemento Portland promueven la liberación de gases contaminantes como el CO₂. Cabe mencionar, que los gases CO₂ son uno de los mayores contaminantes en el medio ambiente según Desarrollo Sustentable en México. Además, el uso de cemento Portland se genera en grandes cantidades, lo cual significa un importante foco de contaminación, tal como se muestra en la siguiente cita:

La producción de cemento se incrementó desde inicios de los años 2000, hoy en día la producción anual de cemento portland es de 2.8 billones de toneladas y existen expectativas que se incrementen hasta 4 billones de toneladas por año ((International Energy Agency World Business Council for Sustainable Development, 2009).

De este modo, es importante contemplar el uso de productos alternativos al cemento Portland que promuevan el cuidado del entorno a través de la reducción de la liberación de gases contaminantes en el medio ambiente.

Pregunta de Investigación

¿Pueden algunos subproductos ser utilizados para la elaboración de materiales de construcción, cumpliendo con la normativa de resistencia mexicana y reduciendo los niveles de contaminación producidos por la elaboración de materiales cementantes para de esta forma generar una vivienda más sostenible?

Preguntas específicas de investigación

1.- ¿Qué subproductos para la elaboración de materiales constructivos son pertinentes a utilizarse según investigaciones, pueden funcionar como un cemento híbrido y cumplan con las normativas mexicanas?

2.- ¿Qué subproductos para la elaboración de materiales constructivos son pertinentes a utilizarse según investigaciones, para aumentar la sostenibilidad de una vivienda desde el punto de vista ecológico?

3.- ¿Cuál es el impacto que genera en la población, el uso de estos subproductos aplicados para la elaboración de materiales constructivos?

4.- ¿Qué opina la población en relación con la sostenibilidad y la contaminación en la región del área metropolitana de Monterrey Nuevo León?

Propósito

Ofrecer una investigación que determine cuáles subproductos pueden ser factibles en la elaboración de una mampostería como material constructivo, en base a estudios realizados anteriormente, comprobar la percepción de la población sobre estos materiales para conocer si los aprueba o no para la construcción de sus viviendas e identificar el motivo de dicho enfoque.

Hipótesis

Los subproductos de los materiales constructivos son viables para su reutilización en la construcción de la vivienda sostenible.

Objetivo General

Crear una fuente de información práctica para determinar la factibilidad de los subproductos como posibles elementos para aplicar en la elaboración de materiales para la industria de la construcción, especialmente para la vivienda sostenible, según sus características técnicas, culturales, ecológicas en relación con la zona de investigación.

Objetivos Particulares

-Analizar los subproductos como materia para la elaboración de una pieza de mampostería según los factores técnicos para determinar la posibilidad de su uso en la elaboración de la vivienda sostenible para la zona metropolitana de Monterrey Nuevo León.

-Averiguar el impacto medioambiental de los subproductos como materia para la elaboración de una pieza de mampostería, para determinar la posibilidad de su uso en la elaboración de la vivienda sostenible para la zona metropolitana de Monterrey Nuevo León.

-Examinar el impacto cultural de los habitantes de la zona metropolitana de Monterrey Nuevo León para determinar la posibilidad del su uso de subproductos en la elaboración de la vivienda sostenible.

Justificación

Es importante plantear que la industria de la construcción es un componente participe en la producción de contaminantes en las ciudades, impactando de manera considerable en la afectación al medio ambiente debido entre otros factores, en la liberación de gases de efecto invernadero como el CO₂ generado además de los procesos de traslado de productos, por la elaboración de los materiales de origen cementante, ya que en su elaboración emanan porciones de CO₂ al medio ambiente.

El impacto de la industria de la construcción en el medio ambiente es también significativo ya que contribuye del 5 al 8 % de CO₂ atribuible a la fabricación del cemento portland, aproximadamente la mitad de las emisiones de CO₂ de la fabricación de cemento portland se producen a partir de la calcinación de piedra caliza (CaCO₃) añadida como alimento crudo en el proceso de producción de Clinker (M. Schneider., et al, 2011).

De la misma forma, en el proceso de elaboración del Clínker¹ de cemento portland se libera dióxido de carbono (CO₂), uno de los principales contaminantes que originan el cambio climático, según la Secretaria de Desarrollo Sustentable en México afirma que “El Cambio Climático es una de las mayores amenazas para la seguridad del planeta y la salud y bienestar de sus habitantes” (SEDESU, 2010).

Este CO₂ es intrínseco a la producción de clínker de cemento portland, el contenido de CO₂ incorporado de los materiales modernos basados en cemento portland varía entre 0.73 y 0.99 toneladas de CO₂ / toneladas de cemento dependiendo en gran medida de la cantidad de clínker usado en la formulación de cemento portland (Álvarez, 2021).

Del mismo modo, se ha comprobado que más del 90% de las viviendas que se construyen en México son elaboradas a base de mampuestos como tabique, ladrillo, block, piedra, cantera o cemento y concreto, esto último según Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México. Cabe mencionar, que el cambio climático impacta de manera considerable al medio ambiente según diversas investigaciones e instituciones destinadas a la ecología tales como la Secretaria de Desarrollo Sustentable en México.

De tal manera, la aplicación de una arquitectura sostenible se hace cada vez más necesaria como una forma de reducir la contaminación en el medio ambiente, cabe mencionar que para esta investigación se presenta la definición de sostenibilidad como aquella que “...consiste en el desarrollo en el cual se satisfacen las necesidades de las generaciones actuales

¹ Real Academia Española (S.F). Clínker: producto granulado obtenido por calcinación de caliza y arcilla, y utilizado en la fabricación de cementos. Recuperado el 10 de Octubre 2021 de <https://dle.rae.es/cl%C3%ADnker?m=form>.

sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para poder satisfacer sus propias necesidades” (Chan, 2010).

Así mismo, se ha comprobado que los subproductos pueden desarrollarse como elementos para la elaboración de materiales sustitutos a los productos de origen cementante, proveyendo de beneficios que aumentan la calidad del producto como mayor resistencia del material y el aporte de propiedades térmicas, cumpliendo de manera satisfactoria con las características técnicas para ser utilizado, sobre este tema algunos estudios mencionan lo siguiente:

...Diversos minerales y materias primas alternativas procedentes de residuos industriales podrán desempeñar un papel importante como componentes del cemento en un futuro, queda en duda hasta qué punto podrán sustituir el Clinker de cemento portland hasta un grado significativo (International Energy Agency World Business Council for Sustainable Development, 2009).

Por lo que es importante ampliar el conocimiento sobre los beneficios del uso de subproductos en la construcción, y en mayor escala poder aplicarlo en la realización de viviendas y así mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona metropolitana de Monterrey, Nuevo León al ofrecer una vivienda con mayor porcentaje de sostenibilidad en comparación con la vivienda tradicional.

Importancia

Existen investigaciones que determinan la importancia y efecto de los materiales en el usuario, desde perspectivas tales como la comodidad, la estética o bien, su efecto en el medio ambiente. Incluso existen algunas que comprueban el uso de materiales desechados por la

industria sin embargo, pueden volver a utilizarse para el beneficio del medio ambiente. No obstante, para esta investigación, y en base a lo mencionado anteriormente, se vincula el uso de estos materiales desechados con la perspectiva de las personas, comprobando la posible aceptación del usuario hacia estos elementos constructivos, y el impacto que genera en ellas suponiendo la elaboración de sus viviendas con dichos materiales.

Limitaciones

La aproximación a las herramientas y espacios para el análisis de los productos componentes de los subproductos para la elaboración de materiales para la construcción, tales como laboratorios y el equipo necesario, para corroborar con pruebas técnicas la información obtenida de las investigaciones referentes al tema, debido a la pandemia Covid-19.

El limitativo de trabajar en lo mayormente posible desde casa, debido a las reglas de salubridad generadas por la pandemia Covid-19, en dónde se prohíbe el contacto cercano con la población y áreas comunes, disminuyendo el modo de recopilación de información para el uso de los instrumentos de la investigación tales como las encuestas y las entrevistas.

Delimitaciones

El proyecto se delimita a estudiar los subproductos utilizados para la realización de materiales constructivos que cumplan con las características técnicas necesarias y se hayan comprobado en investigaciones anteriores, ad hoc a las características medioambientales de la zona metropolitana de Monterrey Nuevo León.

Trasfondo Filosófico

Se desarrolla una investigación de los subproductos como materia prima para la realización de un material constructivo como respuesta a las actuales afectaciones climatológicas

que impactan al medio ambiente, proveyendo de valor y dignidad a la vivienda como refugio para el ser humano en relación con su entorno, haciéndole consciente de sí mismo ante su entorno concibiéndose participe de la solución medioambiental con el uso de materiales que promueven la vivienda sostenible.

Definición de Términos

Para esta investigación se define la sostenibilidad partiendo de la cita de la autora Chan, quien se basa en la denominación usada por la Organización de Naciones Unidas, en donde a modo de paráfrasis se puede decir que el Desarrollo Sostenible consiste en el desarrollo en el cual se satisfacen las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer de alguna manera las capacidades de las generaciones futuras para poder satisfacer sus propias necesidades.

Del mismo modo, para hablar de los términos mampostería y subproductos se consideran las siguientes referencias. Por un lado, para hacer alusión al término de mampostería, se adopta la definición literal aportada por la Real Academia Española, la cual la interpreta como “conjunto de elementos mampuestos o elementos puestos con la mano que configuran alguna obra. Por otro lado, para hablar de la definición de los subproductos, a modo de parafraseo partiendo del autor Vázquez, es posible mencionarlos como aquellos elementos derivados de procesos industriales, tales como, puzolanas artificiales, ceniza volante, escorias por mencionar algunos.

1.16 Matriz de congruencia

MATRIZ DE CONGRUENCIA (TEMA DE INVESTIGACIÓN) “Factibilidad del uso de subproductos para la elaboración de elementos de mampostería como alternativa para la vivienda sostenible de Monterrey Nuevo León”						Área de Investigación del POSGRADO donde se insertaría este TEMA (según archivo del CD)
Tema de Investigación ¿Qué quiere investigar? Mencionar los temas o áreas de estudio y la problemática en donde se inserta	¿Quiénes lo han investigado antes? Señalar 5 referencias de artículos científicos-autores, las que considere más relevantes)	¿Porque es importante, quien se va a beneficiar al investigar este tema? Justificar, fundamentar con argumentos, datos, etc.	¿Porque es pertinente, qué relación tiene con la necesidad actual? Justificar, fundamentar con argumentos, datos, etc.	¿Que será diferente con respecto a lo ya estudiado antes de este tema? Argumentar de acuerdo con las 5 referencias de artículos científicos-autores señaladas	Observaciones adicionales Podrá señalar en donde quiere observar y/o medir este fenómeno, etc.	
La factibilidad del uso de subproductos para la elaboración de elementos de mampostería como alternativa para la vivienda sostenible, según sus características de resistencia y ecológicas, para una región con características ambientales como las del área metropolitana	Vázquez Rodríguez, Francisco Javier,(2017) Efecto de la Adición de Micropolvos de Caliza en las Propiedades de Cementos Híbridos Alcalinos para su uso como Material de Construcción Sustentable. Dueñas Del Río, Alejandra (2013) Reflexiones sobre la arquitectura sustentable en México. Villatoro Morales y Diego Juan (2014). Comparación de Calidad entre una Construcción de Mampostería Vs. Concreto	Según la Secretaria de Desarrollo Sustentable en México, el cambio climático es considerado una de las mayores amenazas para el medio ambiente, la cual afecta directamente a las condiciones climatológicas. Se ha demostrado en investigaciones como la del autor Vázquez (2017), que la industria de la construcción incide en la contaminación del medio ambiente, además, que los materiales cementantes producen una liberación de	Actualmente la contaminación en el medio ambiente es una de las problemáticas más importantes a nivel internacional, considerado como el objetivo 13 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, creado por la organización de las Naciones Unidas.	Si bien, existen algunos documentos de investigación relacionados el medio ambiente y la contaminación, o bien, sobre los materiales de construcción para la arquitectura, así como sobre el uso de subproductos como producto con potencial cementante. En esta investigación se propone mediante la información recabada, determinar la viabilidad de los subproductos para la elaboración de una pieza de	La zona metropolitana de Monterrey Nuevo León, México.	Relaciones Hombre y Entorno Línea de investigación (LGAC): Desarrollo sostenible en el diseño

MATRIZ DE CONGRUENCIA (TEMA DE INVESTIGACIÓN) “Factibilidad del uso de subproductos para la elaboración de elementos de mampostería como alternativa para la vivienda sostenible de Monterrey Nuevo León”						Área de Investigación del POSGRADO donde se insertaría este TEMA (según archivo del CD)
Tema de Investigación ¿Qué quiere investigar? Mencionar los temas o áreas de estudio y la problemática en donde se inserta	¿Quiénes lo han investigado antes? Señalar 5 referencias de artículos científicos-autores, las que considere más relevantes)	¿Porque es importante, quien se va a beneficiar al investigar este tema? Justificar, fundamentar con argumentos, datos, etc.	¿Porque es pertinente, qué relación tiene con la necesidad actual? Justificar, fundamentar con argumentos, datos, etc.	¿Que será diferente con respecto a lo ya estudiado antes de este tema? Argumentar de acuerdo con las 5 referencias de artículos científicos-autores señaladas	Observaciones adicionales Podrá señalar en donde quiere observar y/o medir este fenómeno, etc.	
de Monterrey Nuevo León.	Reforzado en Viviendas Unifamiliares. Fitch Osuna, Jesús Manuel (2002), Procedimiento para Determinar el Valor de la Vivienda en el Área Metropolitana de Monterrey: a partir del Confort Térmico como Material de Construcción Sustentable. Huaquisto C., Samuel y Belizario Q., Germán (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como el sustituto del cemento.	contaminantes durante su elaboración. Por lo tanto, la población beneficiada es el campo de profesionistas e investigadores, al abrir el panorama de estudios referente al caso. De utilizarse esta investigación por los profesionales de la industria la población beneficiada sería los habitantes y de la zona metropolitana de Monterrey Nuevo León, México.		mampostería de tipo no estructural, que promueve la reutilización de materiales desechados de la industria de la construcción, aplicado a las normativas del área metropolitana de Monterrey Nuevo León.		

Capítulo 2. Marco Teórico

La Sostenibilidad

Breve origen de la vivienda sostenible en el área metropolitana de Monterrey Nuevo León

En las grandes ciudades se ha desarrollado una problemática de contaminación ambiental y la industria de la construcción juega un papel consistente en ella. En este apartado, el propósito es conocer el papel que ha tenido la vivienda sostenible en una región con características de clima cálido como el área de monterrey Nuevo León, la cual se encuentra geográficamente ubicada a 25° 42', 25° 45' de latitud norte y 100° 12', 100° 20' de longitud oeste. El motivo de analizar la importancia que ha tenido la arquitectura sostenible en una región como el AMM consiste en conocer el panorama en el que se desarrolla esta vivienda para determinar su relación con el usuario. Por un lado, se pretende conocer sobre el desarrollo y posible surgimiento de la vivienda sostenible en la zona del AMM, y por el otro lado, se busca comprender el modo en el que el usuario adopta esta vivienda como parte de su entorno espacial.

De este modo, es conveniente describir el concepto de arquitectura sostenible, debido a que dicha perspectiva es considerada para esta investigación, la cual funciona como una manera de contribución por parte de la arquitectura hacia las problemáticas ambientales existentes. Tal como se menciona en algunas investigaciones “a las viviendas sostenibles...aparte de atender las necesidades de los hogares, tengan un menor impacto en el medio ambiente, generando así, ahorro a las familias” (Álvarez, 2021).

En otras palabras, es posible concebir a la vivienda sostenible como aquella que además de proveer al usuario de la satisfacción de necesidades básicas presentes que aporta una casa tales como protegerse del entorno que le rodea, proporciona además, un mayor cuidado al medio

ambiente en relación con una vivienda tradicional, resultando de esto un beneficio para las familias desde el aspecto económico. Dado que, lo anterior no especifica el modo en que dicho espacio reduce su impacto ambiental, cabe la posibilidad de atender este aspecto desde la perspectiva de usar materiales constructivos que generen menor liberación de CO₂ durante su proceso de elaboración.

Así mismo, el uso de alternativas a la pieza elaborada con cemento portland para el alzamiento de muros, tales como bloques hechos de productos reutilizados como los subproductos, los cuales, pueden ser obtenidos de los desperdicios de la industria de la construcción, conforman una opción para el desarrollo de la vivienda sostenible. Lo anterior, debido a que el uso de estos significa la reducción de porcentaje de cemento portland en la mezcla de preparación del bloque, la cual como se menciona más adelante, es generadora de CO₂ dentro de sus procesos de elaboración, y por ende se genera menor impacto al medio ambiente.

De este modo, a pesar de que la cuestión económica queda fuera del alcance la investigación, cabe mencionar que algunos de los subproductos al ser considerados desechos industriales, tienen menor valor económico que los productos a la venta para la industria de la construcción. Por tal motivo, podría significar un menor costo de la pieza de block en comparación con otras existentes en el mercado. Esto último, significa el posible menor costo de adquisición de una pieza de bloque elaborada en parte con subproductos y por ende, un beneficio económico para el consumidor.

Ahora bien, una aproximación de la vivienda sostenible a lo largo de los años, en donde parafraseando al autor Ramos, el hombre de hace 5,000 años A.C. comienza a desarrollar técnicas productivas con las cuales surge el primer modelo agrario. De esta manera, nacen los primeros asentamientos humanos y con ello, surgen las primeras aldeas que daría pie a formas de

civilización más desarrolladas. Con ello, es posible visualizar la necesidad del ser humano por tener un lugar determinado para estar y desarrollarse tanto él como su grupo o conjunto familiar. Dicho de otro modo, la necesidad de un espacio al que hoy conocemos como vivienda, ha sido una de las particularidades del ser humano desde tiempos remotos. En el cual, se construía a base de los materiales y las herramientas del entorno. Con ello, y entre otros posibles factores, el desarrollo de estas construcciones era de menor impacto para el medio ambiente en comparación con la industria arquitectónica hoy en día.

De igual manera, la arquitectura trabajada por los grupos indígenas de la región, quienes, a modo de buscar un resguardo del mundo exterior, encontraron la manera de construir sus propios refugios para la protección de sus familias. En este caso, se hace un acercamiento a esta arquitectura, describiendo los materiales que se utilizaban para su construcción, los cuales se mencionan en la siguiente cita:

...Varas, carrizos, barro y palma se usan para construir jacales. Se fabrican llevando un armazón de troncos y varas gruesas, las paredes son de carrizos o varas y se cubren con palma, palmito, zacate, etc., según sea la flora local; generalmente tienen una puerta y no cuentan con ventanas (L. King, s.f.).

A través de estos materiales podemos observar como la arquitectura trabajada por la población indígena también se adaptaba perfectamente con su zona de habitar, al hacer uso para su construcción, de materiales crecidos en la región con lo cual no generaban productos nuevos dañinos para el entorno y difíciles de descomponerse en el medio ambiente como sucede actualmente.

Del mismo modo, se desarrolla la arquitectura vernácula en el noreste de México, de la cual a pesar de que muchas de estas obras se han deteriorado con el paso del tiempo por falta de mantenimiento, aún es posible observar algunos de estas construcciones en la región metropolitana. Cabe mencionar, se toma el significado de arquitectura vernácula de la siguiente manera:

...no existe pretensión esteóricas o estéticas; que trabaja con el lugar de emplazamiento y con el microclima; respeta a las demás personas y sus casas y, en consecuencia, al ambiente total, natural o fabricado por el hombre, y trabaja dentro de un idioma con variaciones dentro de un orden dado (L. King, s.f.).

Esta arquitectura tuvo su apogeo según dicho autor desde la época de la colonización en México por parte de España hasta principios del siglo XX, la cual menciona tiene sus orígenes conceptuales de la arquitectura habitual de España. Cabe recalcar nuevamente, la relación entre la vivienda y el medio ambiente en armonía, a través de un desarrollo constructivo respetuoso con el medio ambiente. De tal manera, es posible considerar ciertas características con la vivienda sostenible.

Un paso importante para la definición de la importancia de la sostenibilidad fue en año de 1972, parafraseando a la Organización de las Naciones Unidas (ONU), surge la primera conferencia mundial sobre el medio ambiente, en dónde se reúnen distintos países para analizar distintos temas relacionados con el cuidado del medio ambiente. De esta manera, surge el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la cual impulsa los Objetivos de Desarrollo Sostenible, entrando en vigor para el año 2016. Dichos objetivos, pretenden trabajar las principales problemáticas existentes a nivel internacional, de tal modo algunas investigaciones afirman que “Los ODS son mecanismos apropiados que permitirán a la

población y a sus dirigentes de forma conjunta, participar en la búsqueda de consensos sociales y disminuir las brechas” (Mohammed, 2015).

Cabe mencionar, son 17 los Objetivos de Desarrollo Sostenible que se pretenden cumplir para el año 2030 y atienden distintas problemáticas, tales como promover las Ciudades y -- Comunidades Sostenibles, siendo este el objetivo número 11, el cual parafraseando a la ONU, promueve que todos los asentamientos humanos sean inclusivos además de seguros, resilientes y sostenibles. Mientras tanto, también busca fomentar la Acción por el Clima, como el objetivo número 13, del cual hace referencia a una adaptación de medidas para combatir el cambio climático y sus consecuencias.

De este modo, es posible tener una pequeña visualización de la importancia del desarrollo de la vivienda sostenible, impulsada no sólo como una característica proveniente de la arquitectura desde tiempos remotos si no, como parte de un conjunto de propuestas en atención a las problemáticas actuales existentes a nivel internacional.

Elementos de la Sostenibilidad en la Vivienda

En México, existen diversas organizaciones que pretenden difundir distintas prácticas relacionadas con la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente hacia la población, Así mismo, se han postulado documentos como la Ley de Vivienda (2006), última reforma publicada en 2019, en el cual se establece una serie de preceptos para a nivel Nacional para la vivienda, de donde es posible destacar algunos artículos relevantes a la sostenibilidad, los cuales se pretenden indicar como estatutos a cumplir para postular el diseño de una casa como vivienda sostenible:

ARTÍCULO 6.-... V. Establecer los mecanismos para que la construcción de vivienda respete el entorno ecológico, y la preservación y el uso eficiente de los recursos

naturales; VI. Propiciar que las acciones de vivienda constituyan un factor de sustentabilidad ambiental, ordenación territorial y desarrollo urbano (Ley vivienda, 2019).

En este artículo la ley nos hace referencia al cuidado de los recursos de la zona como elemento clave del desarrollo de una vivienda sostenible, de esta manera, al desarrollar un proyecto como tal se debe tener en cuenta qué materiales se utilizarán para la construcción de esta y si realmente son los adecuados contemplando esta norma. Sin embargo, existen otros estatutos donde es posible seguir analizando cuestiones de sostenibilidad en materia constructiva tal como se menciona en el siguiente fragmento “ARTÍCULO 38.-... VI. Fomentar el desarrollo de sistemas constructivos mejorados y modulados acordes a los patrones culturales y al entorno bioclimático de las regiones; ...” (Ley vivienda, 2009).

En este artículo podemos observar cómo se le brinda importancia específicamente al desarrollo constructivo, como parte fundamental de la vivienda sostenible, donde podemos concluir como repercute de manera significativa la masa física de la envolvente de una vivienda y la importancia de crear mejores elementos constructivos para su desarrollo. Cabe mencionar, que dicha Ley promueve el aspecto sostenible como uno de los elementos necesarios para promover una vivienda de calidad donde según, puede relacionarse con el aprovechamiento de los recursos:

ARTÍCULO 71.- Con el propósito de ofrecer calidad de vida a los ocupantes de las viviendas, la Secretaría promoverá... que en el desarrollo de las acciones habitacionales en sus distintas modalidades y en la utilización de recursos y servicios asociados, se considere que las viviendas cuenten con los espacios habitables y espacios auxiliares suficientes en función al número de usuarios, provea de los servicios de agua potable, desalojo de aguas residuales y energía eléctrica que contribuyan a disminuir los vectores de enfermedad, así como garantizar la

seguridad estructural y la adecuación al clima con criterios de sostenibilidad, eficiencia energética y prevención de desastres, utilizando preferentemente bienes y servicios normalizados (Ley vivienda, 2019).

Asimismo, se debe considerar el uso adecuado y responsable de los recursos para optimizar su consumo, en otras palabras, denotar la importancia de aprovechar estos recursos existentes en la zona para generar un desarrollo de la vivienda amigable con el medio ambiente como parte de los procesos constructivos de la misma. Lo anterior debe preverse partiendo desde la etapa de diseño arquitectónico, modelo de propuesta y obra construida, como se menciona en la siguiente cita:

ARTÍCULO 78.- El modelo normativo, las normas mexicanas aplicables al diseño arquitectónico de la vivienda y los prototipos constructivos deberán considerar los espacios interiores y exteriores; la eficiencia de los sistemas funcionales, constructivos y de servicio; la tipificación y modulación de sus elementos y componentes, respetando las distintas zonas del país, los recursos naturales, el ahorro de energía y las modalidades habitacionales.... VII. Coordinar acciones en materia de suelo y vivienda con otros municipios u otras alcaldías, bajo criterios de desarrollo regional, ordenamiento territorial, planeación urbana y vivienda sustentable, procurando el aprovechamiento y explotación racional de los recursos naturales y el respeto al medioambiente (Ley vivienda, 2019).

Como se mencionó anteriormente, existen diversas instituciones de gobierno creadas para el desarrollo de la vivienda sostenible sin embargo, la Ley de Vivienda es un documento que puede servir como base informativa de las normativas existentes en el país referidas al cuidado del medio ambiente y la construcción en México.

El Usuario/ Impacto Cultural

El ser humano se desenvuelve en distintos ambientes y entornos, y se rodea de distintas formas, texturas, materiales, dependiendo de la zona donde habite y de la abundancia de estas. Así mismo, sea en un ambiente rural o en un ambiente urbano, las personas se suelen adaptar y acostumbrarse a las características de los materiales que les rodea, considerándolos poco a poco como parte del medio en el que se desarrolla. De este modo, es posible comprender que el usuario opte por aquellos productos existentes en el mercado desde hace tiempo, de los cuales la mayoría de los espacios que conoce se componen de dichos elementos.

De la misma manera, el bloque hecho de concreto con cemento portland, ha sido un producto colocado en mercado por un largo periodo de tiempo, en el cual, es posible que muchas personas distingan este producto como un material para la construcción. Cabe mencionar, muchas de las obras arquitectónicas en el área metropolitana de Monterrey han sido construidas a base de piezas de bloque de cemento portland, entre ellas se puede mencionar oficinas, áreas comerciales, y viviendas. De tal forma, es posible que la mayoría de la población opte por un producto típicamente usado en su región, a la hora de pensar en construir un espacio de habitar.

Ahora bien, dentro del mismo pensamiento si una persona debe elegir entre un producto poco conocido, y otro que es muy frecuente ver ser utilizado en su región, es probable que exista una desconfianza a utilizar el primero, debido a distintos factores entre ellos, cabe la posibilidad de surgir en el usuario una falta de ejemplos tangibles que acrediten el valor de este como un material factible a utilizar.

Como se menciona más adelante en la investigación en la parte de los resultados obtenidos, se presenta un cuestionamiento a la población del área metropolitana de Monterrey

Nuevo León, para determinar si la población consideraría el uso de un material constructivo elaborado a base de subproductos en la elaboración de sus viviendas. Por un lado, el uso de subproductos para la elaboración de un material constructivo podría considerarse como el primer caso mencionado anteriormente como un elemento poco utilizado en la región, mientras que, por otro lado, el uso del bloque de concreto con cemento portland es posible tomarse en cuenta como el segundo ejemplo para esta investigación, del cual es común verse utilizado en la vivienda.

Sin embargo, según algunas investigaciones, existe un gran potencial en los productos creados a base de subproductos, los cuales pueden funcionar como elementos reutilizados de la industria de la construcción, cuidando a su vez el medio ambiente, permitiendo el aprovechamiento de los recursos existentes, y reduciendo la cantidad de producción de nuevos elementos contaminantes.

Existe un gran potencial para la reutilización y el reciclado de CDW ya que la mayoría de sus componentes pueden tener compuestos de alto valor como recurso. Como cada tipo de material requiere formas específicas para su valorización, los sistemas de gestión más efectivos sugieren el uso de técnicas apropiadas de demolición combinadas con el reciclaje y la reutilización (Prieto, 2019).

De esta manera, el autor hace referencia al Residuo de construcción y demolición como CDW, del cual menciona la posibilidad de su uso así como la importancia de este en la industria constructiva, Ahora bien, el mismo autor hace mención del reconocimiento de estos elementos como una posibilidad de uso para el ámbito constructivo, tal como se menciona en la siguiente cita:

La UE (2008) ha reconocido la necesidad de una gestión sostenible del uso de los recursos naturales y de los residuos. En consecuencia, se han establecido objetivos para aumentar la reutilización, la recuperación y el reciclado de los CDW no peligrosos en toda Europa (Prieto, 2019).

Cabe mencionar, la importancia de la intervención de la Unión Europea (UE) quien ha tomado el tema de la reutilización de los residuos de la construcción y la demolición como un factor importante a intervenir para el ámbito constructivo. Por lo tanto, a pesar de que existe la probabilidad de la generación de incertidumbre desde la perspectiva de la población, es conveniente considerar el uso de los subproductos para la elaboración de elementos constructivos y de tal manera impulsar una perspectiva positiva de estos y a la vez ayudar al cuidado del medio ambiente con la reutilización de materiales.

Impacto Ecológico

Es bien sabido hoy en día que nos enfrentamos a problemáticas de contaminación que han generado un gran impacto en el medio ambiente, dichas cuestiones se han aumentado gradualmente a nivel internacional con el paso del tiempo. A pesar de que es complejo definir una fecha exacta en la que comenzó esta problemática, algunas investigaciones mencionan algunas décadas como detonadores importantes que promovieron dicha cuestión, como se presenta en la siguiente cita:

Las décadas de los años cincuenta a los años ochenta, el mundo impulsó las redes comerciales; los avances tecnológicos y la revolución en las comunicaciones provocadas por la llegada del internet, provocaron la expansión de la globalización económica del Siglo XX, de tal forma que esa vorágine de crecimiento económico, ecológico y

demográfico fue imprimiendo una impronta sobre el entorno natural y los ecosistemas que difícilmente puede ser eliminada y restablecidas las condiciones originales (Hereida Escorza, 2019).

De esta manera, podemos observar cómo el avance de la sociedad ha traído consigo una serie de afectaciones a sí misma que hoy en día se ha convertido en una problemática aproximadamente a partir del siglo XX, los cuales han generado la aceleración del cambio climático. Sin embargo, algunos investigadores suponen que el origen de la problemática a partido desde más años atrás, así es como lo confirma un estudio del gobierno de México de 2018, en donde se confirma lo siguiente:

En los últimos 800,000 años, las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado a niveles sin precedente. Las concentraciones de dióxido de carbono han aumentado en un 40% desde la era preindustrial debido, en primer lugar, a las emisiones derivadas de los combustibles fósiles y, en segundo lugar, a las emisiones netas derivadas del cambio de uso del suelo (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2018).

De cualquier modo, hablamos de una generación de contaminantes sin precedentes, de los cuales el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de Nuevo León (INECC) ha determinado que el ser humano ha sido un gran promotor de las emisiones de gases de efecto invernadero, como el CO₂, uno de los mayores contaminantes que propician el cambio climático.

...el calentamiento del planeta Tierra es inequívoco, que la influencia humana en el sistema climático es clara, y que las emisiones de gases de efecto invernadero son las más altas de la historia... Si bien más de la mitad del CO₂ emitido tarda un siglo en la

actualidad para eliminarse de la atmósfera, una parte del CO₂ emitido (cerca del 20%) se mantiene en la atmósfera durante muchos milenios (INECC, 2018).

Parafraseando la definición de cambio climático de la INECC, podemos determinar al cambio climático como aquellas modificaciones en las pautas del ambiente durante un extenso lapso demás de un siglo aproximadamente, los cuáles han sido generados por las actividades humanas. Cabe mencionar que los GEI o gases de efecto invernadero son aquellos involucrados en la generación del cambio climático, como se menciona en algunas investigaciones:

Dentro de los principales efectos que produce la emisión de agentes contaminantes a la atmósfera, se destaca, por su importancia y significado para la tierra, el efecto de invernadero, el cual se produce por la acumulación en las capas bajas de la atmósfera de un grupo específico de gases. Por conveniencia, todos son genéricamente referidos como Gases de Efecto Invernadero (Alemán García, 2008).

De los cuales, la secretaría de Desarrollo Sustentable menciona el Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Halo Floro Carbonos (HFC) como algunos de los principales gases de efecto invernadero o por sus siglas en español GEI, siendo el Dióxido de carbono uno de los elementos con gran participación de contaminación de la atmósfera.

... la tendencia de aumento en las temperaturas en el planeta, que se incrementan por el tercio adicional de CO₂ en la atmosfera, y con la tendencia vigente de emisión, se pronostica que para el 2030 se duplicara el nivel de concentración de CO₂ en la atmosfera (Comisión Nacional de Vivienda, 2008).

De este modo, Chan López hace referencia al papel que juega el CO₂ en el cambio climático, del cual, uno de los sectores productores de este gas es el área de la construcción, tanto

en el ámbito del proceso de construcción como por la composición de los productos de los materiales pétreos, tales como los elementos de mampostería hechos a base de cemento.

Cabe mencionar y parafraseando a la Real Academia Española, podemos decir que la mampostería se trata de elementos mampuestos o elementos puestos con la mano que configuran alguna obra. Chan López también hace referencia de la dispersión de CO₂ en el ambiente por parte de la industria de la vivienda en el siguiente fragmento, en el cual demuestra la relación entre ambas y su importancia.

... en México, la vivienda contribuye con un aproximado 8% de las emisiones nacionales incluyendo las directas por el consumo de electricidad y las indirectas por el uso de combustibles fósiles. Y aunque no es uno de los sectores más significativo en el inventario de emisiones de CO₂, su aportación es relevante indudablemente (CONAVI, 2008).

El Futuro de la Sostenibilidad en la Industria de la Construcción

Con el paso al que va la sociedad será indiscutible en un futuro no muy lejano que el tema de la sostenibilidad tenga mayor peso en el ámbito de la construcción, por ello se debe buscar soluciones que mitiguen la problemática. El Panel Intergubernamental de Cambio Climático en México contempló un panorama respecto al escenario del cambio climático del 2010 al 2100, en el cual parafraseando el cuarto informe de evaluación contempla el incremento masivo de la utilización de combustibles de origen fósil y así mismo el aumento de los niveles de carbón en el ambiente.

Así mismo, se han hecho investigaciones como en la Universidad Autónoma de Nuevo León, en donde se confirma el incremento del uso de materiales como el cemento portland en la industria de la construcción en los últimos años y su posible aumento en las siguientes décadas.

La producción de cemento se incrementó desde inicios de los años 2000, hoy en día la producción anual de cemento portland es de 2.8 billones de toneladas y existen expectativas que se incrementen hasta 4 billones de toneladas por año... en el año 2013 se produjeron 4 Gt de cemento portland lo que equivale a 1.5 kg por persona diario a los niveles actuales de población mundial (International Energy Agency, 2009).

De este modo es posible observar el incremento de la utilización de materiales cementantes a nivel internacional en base al aumento de su consumo en los últimos años, esto quiere decir, un aumento considerable de gases contaminantes en el ambiente tales como el CO₂ afectando los ecosistemas y la salud de los pobladores de las zonas más desarrolladas concentradas en las ciudades, esto incluye la extensión de asentamientos en las ciudades, de los cuales muchos se construyen de materiales de origen fósil, en algunos estudios se afirma que “Se prevé que la producción mundial de cemento aumentará considerablemente en las próximas décadas, debido a la industrialización continua de los países en desarrollo...” (Taylor, 2006).

Por tal motivo, es importante tomar conciencia de los recursos utilizados y vigilar el impacto que está tomando tal proceso, además de participar en un cambio en beneficio para el medio ambiente, a través del uso responsable de dichos productos, esto es, evitar el consumo excesivo de algunos elementos cuyo proceso pueda ser dañino para el entorno, así como aprovechar aquellos que puedan ser reutilizados dadas sus características técnicas. Dado que, el crecimiento de las ciudades seguirá en proceso, es imprescindible aportar las herramientas necesarias para su evolución a través del menor impacto posible al medio ambiente.

Tan sólo en México, en el área metropolitana de Monterrey se ha determinado que más de la mitad de sus construcciones de tipo casa habitación son construidas a base de productos cementantes, superando más del 70% de su total hechas con materiales como el bloque de concreto con cemento portland tabiques entre otros, de tal modo que “El material predominante empleado en paredes es el Tabique, ladrillo, block, piedra o cemento con un número de viviendas de 701,435, que representan el 79.8% con respecto a los de más materiales empleados en las viviendas del AMM...” (Ficth Ozuna, 2002).

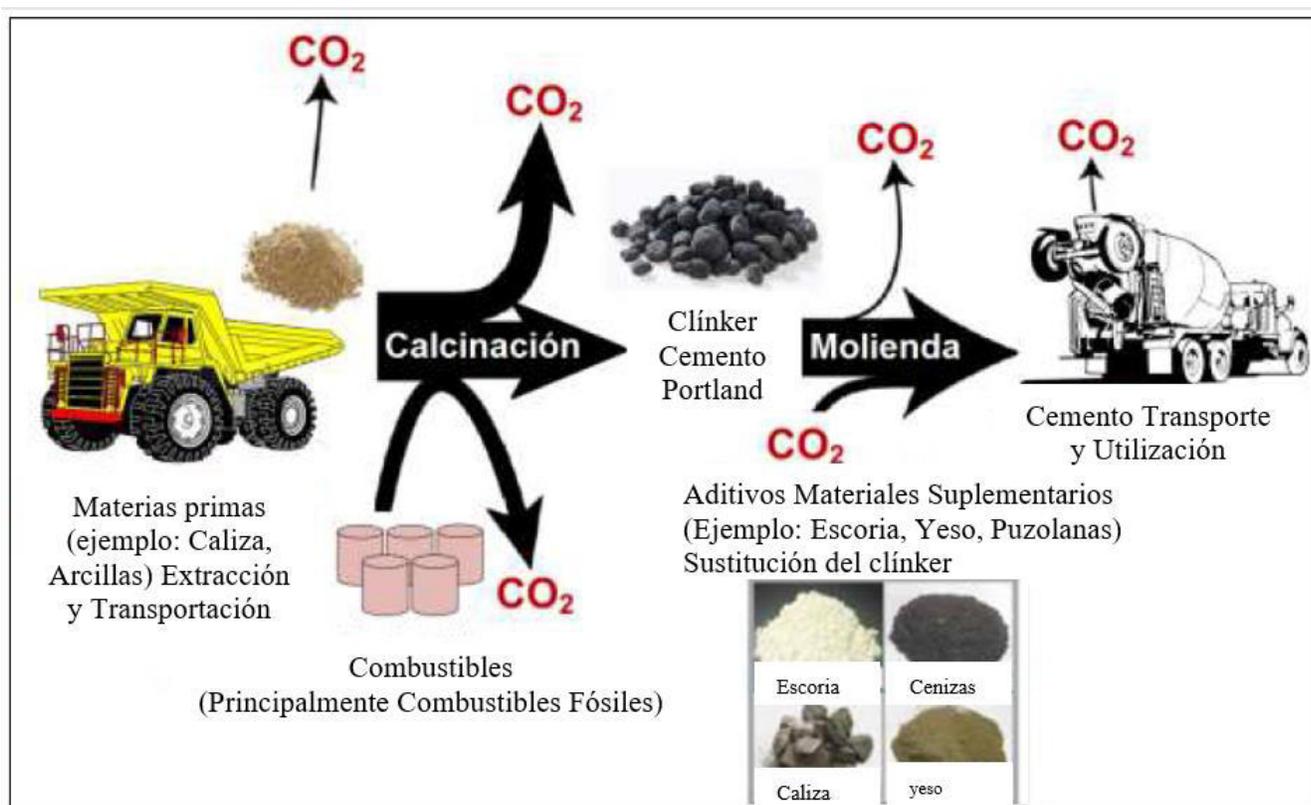
Así mismo, es posible observar el impacto que el uso de los cementantes ha tenido en la construcción de la vivienda del área metropolitana de Monterrey Nuevo León. Por tal motivo, es muy probable que su desuso este lejos de las alternativas constructivas en el futuro, sin embargo, existe la posibilidad de aceptación de un material producto de la mezcla de este junto con otros elementos para desarrollar opciones en la industria de la construcción.

La producción mundial de cemento creció de 594 Mt en 1970 a 2,284 Mt en 2005, con la gran mayoría del crecimiento que ocurre en países en vías de desarrollo, especialmente China. En 2005 China produjo 1,064 millones de toneladas (47%) de la producción mundial de cemento, mientras que India, Tailandia, Brasil, Turquía, Indonesia, Irán, Egipto, Vietnam y Arabia Saudita representaron otros 394 millones de toneladas (17%) (Taylor, 2006).

Dado lo anterior, el gobierno de México ha desarrollado diversos programas que ayuden a mitigar y prevenir sus consecuencias en el futuro, podemos mencionar el Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (PCES) el cual está basado por los tres pilares, Sostenibilidad medioambiental y de cambio climático, Desarrollo urbano sostenible y Sostenibilidad fiscal y buen gobierno.

Además, se ha determinado en algunas investigaciones, el modo en el que la industria cementera afecta en sus diversos procesos de producción hasta la etapa de utilización del producto cementante, tal y como se muestra en la siguiente figura realizada por los autores Bernstein, L., et al. (2009) en una de sus investigaciones.

Figura 1. Adaptado de *Representación esquemática del proceso de producción del cemento portland*, autor Bernstein, L., et al. (2007). *Industry*, in: *Climate change 2007*.



Es por ello, que esta investigación pretende enfocarse a determinar la factibilidad de elementos sustitutos al cemento para de esta manera, fracturar la cadena de contaminación generada por estos productos de origen fósil reduciendo las cantidades emitidas de gases contaminantes y así generar construcciones más amigables con el medio ambiente, partiendo

desde su envolvente, dicho de otra manera, el bloque componente del muro de mampostería para ser más específicos.

Debido a que, a pesar de las diversas normativas y programas que se han desarrollado para reducir el impacto ambiental, el cual ha sido aumentado en parte por la industria de la construcción, es visible en diversas investigaciones la existencia de una preocupación por el aumento de los niveles de contaminación en un futuro, y las posibles complicaciones que esto pueda traer al cambio climático generado por el calentamiento global. Sin embargo, aún es posible generar diversas acciones que promuevan la disminución de dicha problemática en el medio ambiente, una de ellas puede ser a través de la reducción de desechos contaminantes provenientes de la industria de la construcción.

Los Materiales Constructivos/ el bloque como mampuesto

Tipologías y Características

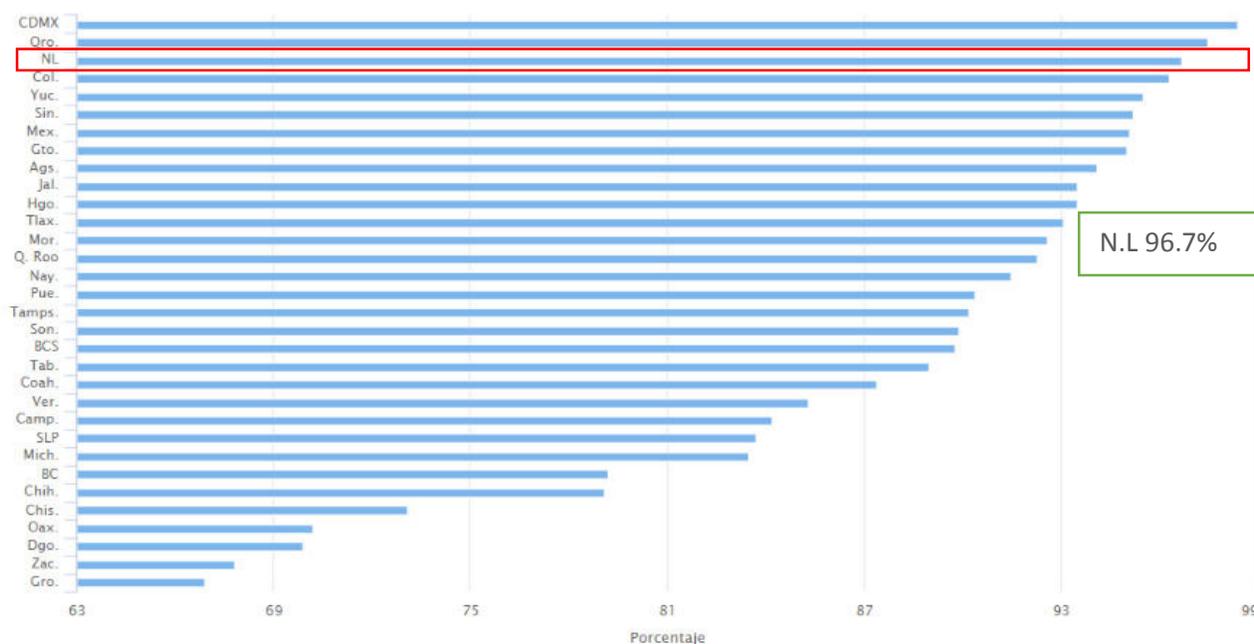
En esta investigación se opta por la pieza de bloque para mampostería como material constructivo de análisis debido a que forma un componente importante en la construcción de la vivienda. Cabe mencionar, que la mampostería puede describirse parafraseando al autor Villatoro, como un procedimiento a través del cual, un muro es elaborado a base de la colocación de un conjunto de piezas de forma manual, tal como lo describe en la siguiente cita:

Sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos mediante la colocación manual de los materiales que, por lo general son: ladrillo, block de cemento prefabricado, piedra tallada, cuyas dimensiones son pequeñas comparadas con las del elemento que se va a construir... (Villatoro, 2014).

Añadiendo a lo anterior, organismos como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México, la mayoría de las viviendas en Nuevo León están compuestas por muros hechos a base de materiales de mampostería, siendo el 96.7% de las viviendas particulares habitadas construidas con muros a base mampuestos como tabique, ladrillo, block, piedra, cantera o cemento y concreto, tal y como se muestra en la siguiente grafica comparativa de los diferentes estados de la República Mexicana.

Figura 2. Adaptado de *Viviendas particulares habitadas construidas con muros a base mampuestos, por INEGI (2021).*

<https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=vivienda+de+concreto#tabMCcollapse-Indicadores>.



Existen diversos tipos de mampostería en el mercado, según algunas investigaciones, pueden clasificarse de dos formas, ya sea por el tipo de junta a utilizar en el procedimiento o bien, por el tipo de uso que se le da en referencia a la carga distribuida de la vivienda, como estructural y no estructural. Tal como se muestra en la siguiente cita:

Según el tipo de junta, la mampostería puede ser: al tope, cuando no tiene ningún elemento de unión en las juntas entre las unidades; y pegada, cuando existe una capa de mortero en las superficies o puntos de contacto entre las unidades, o sea en las juntas (Villatoro, 2014).

Así mismo, como se mencionó anteriormente se hace mención también de la clasificación por función estructural, dónde a partir de las necesidades estructurales de la vivienda, podemos determinar si nuestro muro hecho a base de mampostería tendrá un comportamiento como elemento de carga para la vivienda o bien, se comportará como elemento divisor de espacios interiores de la misma, como se comparte en la siguiente cita:

La mampostería puede ser estructural, cuando los muros que conforma deben soportar tanto su propio peso, como las cargas horizontales y verticales actuantes sobre sus planos; y no estructural, cuando los muros deben soportar tan solo su propio peso y servir como división (partición) entre dos espacios. La mampostería estructural, también sirve como divisoria (Villatoro, 2014).

De este modo, se define como el muro hecho a base de mampuestos puede comportarse como un elemento estructural y esto quiere decir que forma parte del soporte de cargas de la vivienda o de cualquier otra tipología arquitectónica, por lo cual no puede ser manipulado tal y como si se trate de un elemento removible, ya que estaríamos reduciendo el tiempo de vida de la vivienda. Sin embargo, al tratarse de un muro no estructural, las cargas no se verán soportadas en esta pieza por lo tanto, la resistencia a la compresión será menor en comparación con el muro estructural.

La mampostería como tal puede comportarse como elemento participativo en el diseño de espacios interiores y/o exteriores a través de sus acabados para cumplir con una función estética, de esta manera, existen algunas clasificaciones estilísticas de acabados en mampuestos utilizados comúnmente, tal como lo afirman algunos autores como se muestra en la siguiente cita:

El uso de unidades con diferentes acabados, estándar o arquitectónico, lo que le brinda un universo de combinaciones de texturas y colores. Dentro de los acabados se pueden tener texturas lisas, abiertas o cerradas, obtenidas mediante diferentes dosificaciones y grados de compactación del concreto de las unidades; y texturas ásperas, obtenidas, generalmente por partido. las texturas abiertas o ásperas también facilitan la adherencia del revoque, estuco, pintura u otros recubrimientos (Villatoro, 2014).

De esta manera, los mampuestos nos ofrecen una gama de variedades y texturas para su uso, sin embargo no se habla de un cambio de materiales, por lo que cabe recordar que a pesar de tener variedades de diseño estamos influyendo en sus características de forma y función con el mismo contenido a base de cementantes. No obstante, éstos podrían ser intervenidos mediante el uso de subproductos que potencialicen sus beneficios como material constructivo y aumentar de esta forma la gama de variedades para el muro no sólo de la vivienda si no de cualquier tipo de construcción. Referente al tema de los acabados existentes en el mercado actualmente, es conveniente compartir algunos ejemplos como los que el autor Villatoro demuestra en la siguiente figura.

Figura3. Adaptado de *Tipos de acabados en mampostería*, autor Villatoro Morales, Diego Juan Carlos (2014), Comparación de Calidad entre una Construcción de Mampostería Vs. Concreto Reforzado en Viviendas Unifamiliares.



Superficie moldeada plana



Superficie moldeada esgrafiada



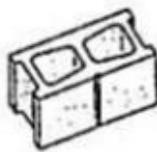
Superficie moldeada escalonada



Superficie moldeada angulada



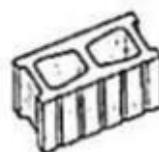
Superficie moldeada con media caña



Superficie moldeada ranurada, 1 ranura



Superficie moldeada ranurada, 3 ranuras



Superficie moldeada ranurada, 5 ranuras



Superficie moldeada estriada, 3 estriás cortas



Superficie moldeada estriada, 3 estriás largas



Superficie moldeada estriada, 5 estriás cortas



Superficie moldeada estriada, 5 estriás largas



Superficie moldeada plana y pulida



Superficie moldeada ranurada y pulida, 1 ranura



Superficie moldeada ranurada y pulida, 3 ranuras



Superficie moldeada ranurada y pulida, 5 ranuras



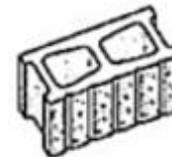
Superficie moldeada plana y partida



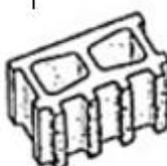
Superficie moldeada ranurada y partida, 1 ranura



Superficie moldeada ranurada y partida, 3 ranuras



Superficie moldeada ranurada y partida, 5 ranuras



Superficie moldeada estriada y partida, 3 estriás cortas



Superficie moldeada estriada y partida, 3 estriás largas



Superficie moldeada estriada y partida, 5 estriás cortas



Superficie moldeada estriada y partida, 5 estriás largas

Cabe señalar, en la actualidad existe una gran variedad de mampuestos en el mercado, de los cuales, algunos se componen de mezclas distintas al cemento Portland, sin embargo, para esta investigación se pretende hablar de este cementante en particular, y su posible adaptación con los subproductos debido a que, como se mencionó anteriormente, la mayoría de las viviendas se han construido en base a este material constructivo.

El Bloque

Es posible explicar esta pieza partiendo de parafrasear la descripción de algunos autores, describiéndolo como aquella pieza clave, componente de un muro hecho a base de mampuesto cuyas medidas existentes en el mercado corresponderán al funcionamiento de este como elemento constructivo. En otras palabras, se puede definir según siguiente cita:

El bloque o unidad de mampostería de perforación vertical, es un elemento prefabricado, de concreto, con forma de prisma recto y con una o más perforaciones verticales que superan el 25 por ciento de su área bruta. Se utiliza para elaborar mamposterías (por lo general muros), y es responsable, en muy buena medida, de las características mecánicas y estéticas de dichas mamposterías (Villatoro, 2014).

Comúnmente en una región como el área metropolitana de Monterrey, la vivienda se construye a base de block de concreto con medidas estándar según la función del muro debido a que, para divisorios interiores tradicionalmente se opta por piezas de menor espesor siempre y cuando no se comporten como elemento estructural, esto para aumentar el espacio interior de la vivienda.

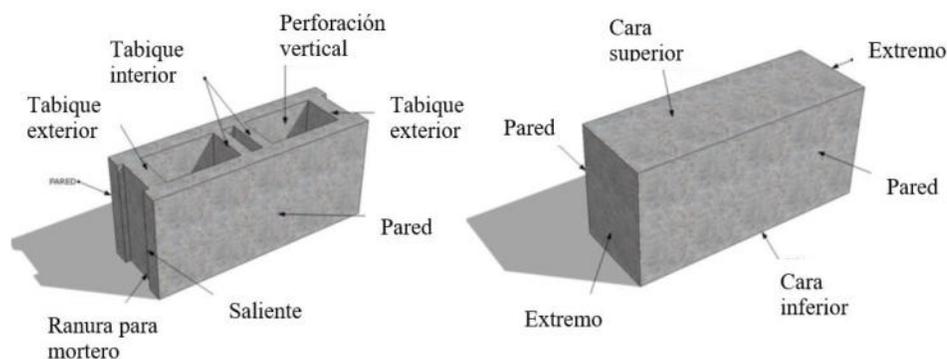
Cabe mencionar, que el block de concreto se compone de seis elementos principales para su composición tal como se conoce, de los cuales sus porciones son variadas según el uso para el

que sea creado, ya sea como elemento de carga estructural o elemento divisorio. De este modo, algunas investigaciones clasifican los siguientes componentes: “Agua; limpia... cemento; pueden ser Portland tipo I, II, II, IV...cal; hidratada, arena; libre de materiales contaminantes...aditivos; retenedor de Humedad...cemento blanco; si se desea uniformidad en el color...” Villatoro (2014).

Así mismo, vale la pena señalar los componentes de una pieza de block, los cuales pueden ser sólidos o huecos, y dentro de éstos últimos existe una variedad en el mercado de dos a tres perforaciones que le aportan cualidades de resistencia y termoacústicas, algunos estudios afirman que “En la construcción, los muros con piezas huecas, se forma un espacio de aire muerto entre los muros, por esa razón el block que es hueco por dentro posee propiedades termo acústicas” (Villatoro,2014).

A continuación, se muestran dos modelos tradicionales del bloque de concreto existentes en el mercado elaboradas por el autor Villatoro, para describir de manera general las principales características formales de la pieza:

Figura 4. Adaptado de *Modelo tradicional de block de concreto*, autor Villatoro Morales, Diego Juan Carlos (2014), Comparación de Calidad entre una Construcción de Mampostería Vs. Concreto Reforzado en Viviendas Unifamiliares.



Cabe mencionar, que las características formales de la pieza de bloque han sido configuradas en base a la función de éste dentro del muro de mampuesto y las normativas existentes para la construcción. De esta manera, tanto las dimensiones de largo, ancho y alto, como los huecos, permiten al constructor facilitar el proceso de elaboración del muro, dado que las medidas de la pieza permiten su fácil ensamblaje en cualquier obra arquitectónica convirtiéndose en una pieza estándar fácil de encontrar en el mercado. Del mismo modo, los huecos de algunas piezas permiten además de su fácil manejo (y aunque la cuestión térmica queda fuera del alcance de esta investigación), la circulación de aire dentro del muro lo cual genera beneficios térmicos a la vivienda en caso de ser muros exteriores. De esta forma, es posible mencionar algunos de los beneficios de las características de la pieza de bloque:

El desperdicio de material es menor... Los elementos de cierre pueden ser portantes... Dentro de las celdas verticales de los muros se pueden colocar las conducciones eléctricas hidrosanitarias y de telecomunicaciones... Se reduce la mano de obra... la utilización de formaleta y obra falsa se disminuye... se reduce la utilización de equipos de bombeo... Como sistema constructivo, genera daños secundarios menores con sismos... Se pueden realizar viviendas pequeñas y ser utilizado en viviendas con mayor metraje cuadrado... Las estructuras son regulares y repetitivas, lo que las hace económicas... Es un sistema adaptable a condiciones de producción y construcción de tecnología sencilla... (Villatoro, 2014).

Dado lo anterior, es posible concluir que las medidas de largo, ancho y alto, así como los huecos existentes de la pieza de bloque, son beneficiosos para el proceso constructivo, dado que además de hacerlo más fácil, lo vuelve más rápido, y aunque la cuestión de costo de este se

considera fuera del alcance de la investigación, cabe mencionar que su patrón formal lo convierte en una pieza más económica de generar.

Así mismo, según la Norma 02_ NMX404, la cual parafraseando al Organismo Nacional de Normalización y Certificación de a Construcción y la Edificación, S.C. la dimensión modular de un bloque con medidas estándar dispone de 20 centímetros (cm) de ancho, por 20cm de alto, por 40cm de largo, tendiendo como dimensión de fabricación 20cm de ancho, por 19cm de alto, por 39cm de largo. Del mismo modo, dicha normativa expone las dimensiones mínimas para las paredes interiores y exteriores de la pieza, de lo cual menciona que “en caso de paredes de bloques expuestas a la intemperie sin recubrimiento, el espesor (pared exterior) mínimo debe ser de 30mm en un 90% de área de dicha cara” (Norma 02_ NMX404, 2014).

De igual forma, según lo mencionado anteriormente y parafraseando la NMX404, 2014, para un bloque de medidas estándar es posible establecer un espesor mínimo de paredes exteriores de 32 milímetros (mm) y un espesor mínimo de paredes interiores de 25mm.

Así mismo, la NMX-C-441-ONNCCE -2013 indica la resistencia mínima a la compresión para la pieza de bloque, de la cual parafraseando a este se menciona que para dicha pieza de concreto para uso estructural se debe considerar un mínimo de 70Mpa (kg/cm^2), mientras que, para la pieza de bloque de concreto para uso no estructural debe ser de 28 Mpa (kg/cm^2) como resistencia mínima a la compresión.

Asequibilidad

El costo de una pieza de mampostería hecha a base de concreto puede variar según sea la requisición de mercado existente, el lugar en donde se compre el producto, ya que hay diversas tiendas que manejan estos elementos, así como el tipo de pieza debido al número de hoyos y

dimensiones. Como se mencionó anteriormente, el costo de dicho producto se considera fuera del alcance de la investigación, sin embargo es importante mencionar de manera general de dónde pueden provenir las piezas de mampostería y los subproductos.

Para las piezas de bloque hechas a base de productos cementantes, son posible encontrarlas en cualquier tienda dedicada a la venta de materiales para la construcción, así como algunos negocios de bricolaje. Existen diversas marcas proveedoras de estas piezas y se pueden conseguir desde una sola, hasta camiones de carga repletos de ellos.

Algunos de los comercios que venden este producto en la zona metropolitana de Monterrey son Home Depot, tienda popular en la región dedicada al bricolaje, la cual ofrece diversos modelos y precios de bloque al mercado tanto profesional como a la población en general, dado que su obtención no requiere de algún proceso complejo. La lista de variedad de piezas que se pueden encontrar en dicha tienda ha sido resumida en la siguiente tabla.

Tabla 2. Modelos y costo de piezas de bloque de la marca Home Depot. Precio en pesos mexicanos. Elaboración propia.

imagen	Características	Precio
	Block térmico #8 2 hoyos	26.50
	Block térmico #6 3 hoyos	17.20
	Block térmico #6 2 hoyos	17.20
	Block térmico #4 3 hoyos	17.20
	Block hueco 15x20x40cm 2 hoyos	9.60
	Block 20x20x40cm	15.70
	Block 15x20x40cm	9.60
	Block 10x20x40cm	9.60
	Block 12x20x40cm 2 hoyos	9.60

Para los subproductos, estos pueden encontrarse en los desechos de demolición de las construcciones y de los procesos industriales. Cabe mencionar, pueden ser un poco más complejos de obtener debido a que podrían necesitar de ciertos procesos especializados para la obtención del producto que se requiere, separarlo de los elementos residuales. De tal manera, algunos de estos procesos de dónde pueden obtenerse se mencionan en la siguiente cita:

En la actualidad las escorias metalúrgicas más utilizadas en la generación de cementantes o materiales de construcción con potencial puzolánico o de relleno; son las escorias de alto horno, escorias de arco eléctrico, escorias provenientes de diversos procesos siderúrgicos como por ejemplo el alto horno y el horno básico de oxígeno (CANACERO, 2013., SEMARNAT, DGEIA. 2010).

Los subproductos

Orígenes

Según la Real Academia Española los subproductos se definen como “en cualquier proceso industrial, producto que se obtiene además del principal y que suele ser de menor valor que este”. Teniendo esto en cuenta cabe mencionar la importancia de su uso, debido a que la creciente industria de la construcción como ya hemos mencionado antes es una pieza influyente en el aumento de contaminación en el medio ambiente, a causa del proceso de producción de los productos cementantes con los que se genera la mampostería entre otros productos de origen fósil. Por tal motivo, con el paso del tiempo se ha estudiado diversas alternativas que colaboren en la reducción de la liberación de contaminantes en el proceso de elaboración de los productos, como se menciona en la cita a continuación:

... el uso de combustibles alternativos se ha incrementado considerablemente en los últimos años y existen posibilidades de mayores aumentos en los próximos años, en la industria del cemento...Diversos minerales y materias primas alternativas procedentes de residuos industriales podrán desempeñar un papel importante como componentes del cemento en un futuro, queda en duda hasta qué punto podrán sustituir el Clinker de cemento portland hasta un grado significativo (International Energy Agency World Business Council for Sustainable Development, 2009).

De este modo el origen del uso de los subproductos como base para la elaboración de materiales constructivos nace de la necesidad de satisfacer las necesidades presentes de una sociedad que ha sido impactada fuertemente por los altos grados de contaminación a nivel internacional, los cuales han generado cambios importantes en el medio ambiente y el entorno en el que se desarrolla el ser humano, sin comprometer los recursos de las generaciones futuras, es por ello que el uso de subproductos en los materiales como la mampostería se considera una herramienta sostenible en la industria de la construcción.

Se han realizado algunas investigaciones en dónde se comprueba cómo el sustituto de algunos elementos del cemento puede reducir el porcentaje de liberación de gases dañinos para el ambiente como el CO₂ con el uso de subproductos, tal y como se presenta en el siguiente fragmento:

La huella de CO₂ de la industria de la construcción puede reducirse reemplazando el Clinker de cemento portland con materiales cementantes suplementarios con CO₂ incorporado más bajo, no requieren energía adicional y procesamiento intensivo de CO₂, pero tienen cierto valor cementante (Bernstein, L., et al. 2007, European Cement Research Academy, 2007, World Business Council for Sustainable Development, 2008).

Tipologías y Características

Existe una gran variedad de subproductos en el mercado, de los cuales como se mencionó anteriormente son resultado de los desperdicios de un proceso industrial, sin embargo algunos pueden ser comprados como materia en comercios de materias primas (adjunto anexo 1). Para esta investigación se seleccionaron cuatro tipos de subproductos para analizar sus características en función de sus beneficios como elementos para la elaboración de un material de mampostería sustituto de los desarrollados a base de cemento, estos subproductos son: el humo de sílice, la escoria de alto horno, la ceniza volante y la escoria de arco eléctrico. Es importante mencionar, se seleccionaron estos subproductos debido a que hay antecedentes de su uso y se ha comprobado en algunas investigaciones como la de los autores M. Schneider, et al. (2011), y S. Gabardon, et al. (2003), que estos elementos tienen potencial cementante, poseen la capacidad de fraguar y convertirse en una masa sólida, además aportan a una mezcla de mampostería propiedades ecológicas, debido a la reducción de cemento Portland en la misma. Dicho lo anterior, parafraseando a la Real Academia Española se define como ecológico todo aquel proceso o producto que no genere daño al medio ambiente. A continuación, se muestra un desglose de las características de los tipos de subproductos antes mencionados.

Humo de sílice

El humo de sílice (HS) es un producto resultante como desecho de un proceso industrial en la aleación del hierro, por eso es considerado un subproducto, el cual debido a su finura aumenta la calidad de la mezcla ocupando los espacios entre los poros existentes en la misma.

...material puzolánico resultante como subproducto del desecho de la aleación del hierro y el silicio (ferro silicio) ...es resultado de la reducción de cuarzo de pureza

elevada (SiO_2) con carbón en hornos de arco eléctrico, a temperaturas mayores a 2000°C , teniendo como resultado un material mineral con una finura superior a la del cemento... permite una mayor y mejor oclusión de los poros...ofreciendo de esta manera un producto más estable, resistente y duradero (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2011).

De esta manera, debido a la particularidad de su finura se ha utilizado como material aditivo a la mezcla de concreto para aumentar sus características técnicas haciendo de la mezcla un producto más resistente tanto a pruebas de compresión, como de tensión y flexión, así es como lo afirma el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC) en la siguiente cita:

...El HS se ha convertido en una de las adiciones minerales más versátiles y apreciables para los productos provenientes de la amplia gama de cementos y concretos... concreto la adición del HS rellena las oquedades en la mezcla, haciéndola más densa y resistente, no solo a compresión sino también a tensión y flexión (IMCYC ,2011).

Por lo tanto, el humo de sílice funciona como un aditivo aglomerante que aumenta la calidad de una mezcla cementante en relación a sus características técnicas de resistencia y durabilidad por lo que es apto como elemento subproducto para la generación de una mezcla como material de construcción, por lo que se considera como un producto posible en la generalización de una mampostería menos dañina para el medio ambiente que la tradicional ya que además de aumentar los beneficios en la mezcla, su uso promueve la utilización de un material desecho de otro proceso el cual de otro modo, se convertiría en contaminación para el medio ambiente.

Escoria de Alto Horno

Se he comprobado en estudios anteriores que la escoria de alto horno tiene características que favorecen a las propiedades de una mezcla de tipo cementante, tal y como en algunas investigaciones se menciona de la colaboración de la escoria de alto horno en una mezcla cementante:

La adición de caliza pulverizada y el control en las temperaturas de curado en cementos alcalinos (escoria de alto horno-ceniza volante) activados con hidróxido sódico influyen en el desarrollo de geles híbridos de hidratación (C-N-A-S-H y N-C-A-S-H) esta interacción incrementa la resistencia en estado endurecido para la obtención de cementos con propiedades similares al cemento portland convencional (Vázquez, 2017).

La escoria de alto horno se considera un subproducto debido al origen de su naturaleza ya que este material también surge como desperdicio de un proceso industrial, del cual de no ser aprovechado resultaría como un desecho más despedido al medio ambiente que con la suma de todos los residuos industriales con el paso del tiempo podrían modificar el entorno existente. Para entender de manera más específica el origen de este subproducto es conveniente considerar lo expuesto en la siguiente cita:

...durante el proceso de la producción de hierro... Los gases reductores se forman en la parte inferior del horno y a medida que avanzan hacia la parte superior van convirtiendo a los minerales de hierro, los cuales mantienen un movimiento descendente, hay una separación por densidades de la escoria la cual es más ligera que la parte que contiene hierro más puro así se separa en metal fundido y escoria, entonces la escoria se recupera en la superficie, cuando la mezcla se encuentra entre 1350°C y 1550°C (A. Zimmer, C.P. Bergmann. (2007)., Cámara de diputados. (2006)., Diario Oficial de la

Federación. (2013)., CANACERO (2013)., SEMARNAT, DGEIA. (2010)., Servicio Geológico Mexicano (2006)., Adriana Medina, et al. (2010)).

Así mismo, es importante mencionar sobre la factibilidad del uso de la escoria de alto horno al reafirmar la validez como material aditivo en diversos productos cementantes, en los cuales este subproducto funciona como un elemento debido a que promueve el aumento en la calidad de la mezcla, la popularidad de su uso lo describe en la siguiente cita:

Las escorias de alto horno son materiales muy utilizados como adición activa para la elaboración de distintos cementos comerciales. Estos cementos siderúrgicos tienen algunas propiedades y características sensiblemente mejores que los cementos Portland ordinarios, tales como menor calor de hidratación, alta resistencia a los sulfates y al agua... (Puertas, 1993).

Cabe mencionar, que se ha comprobado la existencia de mejoras en la mezcla cementante como resultado debido a la inclusión participativa de la escoria de alto horno, dando como resultado la generación de un producto más resistente a diversos factores además de la compresión, lo anterior se ha comprobado en algunas investigaciones como lo demuestra en la siguiente cita:

Se incorpora adición de... escoria siderúrgica de alto horno (hasta 30%) ... Las propiedades evaluadas fueron resistencia a la compresión, absorción y porosidad, succión capilar, permeabilidad a cloruros, y resistencia química de los morteros expuestos a sulfatos. Los resultados indican que la resistencia mecánica a compresión de los cementos ternarios es hasta un 35% superior con relación al mortero (E. Díaz,2013).

De este modo, podemos concluir que la utilización de la escoria de alto horno es teóricamente factible en su uso como subproducto para la elaboración de una mezcla como la mampostería, ya que como se ha corroborado en investigaciones anteriores, su uso promueve los beneficios de resistencia en la mezcla, y además de lo anterior, se habla de utilizar un producto para evitar que se convierta en un desecho para el entorno y de este modo cuidar el medio ambiente.

Ceniza Volante

La ceniza volante es un material que surge como elemento de residuo de otro proceso industrial, como los subproductos que hemos visto anteriormente, este elemento al ser generado en la industria se expide como un desecho el entorno, convirtiéndose de este modo, en un material contaminante para el medio ambiente. Cabe mencionar, que la ceniza volante puede ser rescatada de este proceso de desecho para convertirse en un material apto para su uso dentro de la industria de la construcción, desempeñándose como elemento integral de la mezcla sustituta del cemento para de esta manera contribuir al cuidado del medio ambiente.

Así mismo, es importante mencionar el procedimiento de la obtención de la ceniza volante, y conocer desde su surgimiento de la industria generadora de electricidad, la cual es una producción de gran importancia debido a la demanda de su producto. Esto quiere decir, que los residuos de ceniza se seguirán generando por un largo periodo de tiempo y en grandes cantidades, dando como resultado la connotación de su repercusión al medio ambiente.

La ceniza volante es un subproducto de la combustión del carbón pulverizado en plantas generadoras de electricidad... Bajo la ignición en el horno, la mayor parte de la materia volátil y el carbono del carbón se queman... Esta ceniza volante, obtenida de la

quema del carbón utilizado como combustible en la generación de energía eléctrica, es considerada como un contaminante (Huaquisto y Belizario, 2018).

De esta manera, podemos observar la relevancia de su uso para disminuir los contaminantes del entorno, sin embargo, ahora bien, es importante determinar también las cualidades que comprenden de este subproducto para ser validado como material apto para su uso dentro de un conjunto de elementos para conformar un material de mampostería hecha a base de subproductos, así como analizar sus antecedentes de uso. Así mismo, algunos estudios hacen referencia a las características de la ceniza volante de la siguiente manera:

La ceniza volante utilizada en el diseño de mezclas de concreto en porcentajes del 0% al 7.5% mantiene una resistencia normal según especificación... a los 28 días se tienen resistencias en promedio de 221kg/cm² para concreto normal, para concreto con 2.5% de ceniza volante 223kg/cm² ... (Huaquisto y Belisario, 2018).

Por lo tanto, podemos determinar que el uso de la ceniza volante promueve la generación de una mezcla como la del concreto, pero de mayor calidad respecto a la resistencia del producto, por lo que ahora bien, es importante mencionar además, de los antecedentes de su uso para comprobar su comportamiento como elemento productivo de la mezcla como material constructivo. En este sentido, algunas investigaciones hablan de su utilización al afirmar lo siguiente “la ceniza volante, material contaminante del medio ambiente, el cual es utilizada como adición al cemento para la fabricación del concreto de las diferentes obras civiles... y es el material cementante suplementario más utilizado en los Estados Unidos” (Kosmatka et al., 2004).

De esta manera, podemos concluir de manera teórica que la ceniza volante es un subproducto que puede ser utilizado para la elaboración de una mezcla con propiedades superiores a las del cemento además de que a través de su uso se reduce el impacto ambiental dentro de la industria de la construcción al rescatar elementos de desecho y darles un uso productivo.

Escoria de Arco Eléctrico

La escoria de arco eléctrico también resulta un elemento de desecho de un proceso industrial, por lo que darle un uso a este material también favorece al medio ambiente, ya que como en los subproductos anteriores, el evitar que estos sean arrojados directamente al entorno, se evita problemas de contaminación ambiental y esto su vez, favorece la calidad de vida de las personas que habitan la zona.

Según el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) el origen de la escoria de alto horno surge de un proceso industrial el cual se descompone en dos etapas, el nombre de este subproducto nace del proceso de su creación, ya que corresponde al tipo de horno que se utiliza mientras se genera este producto, tal proceso se describe en la siguiente cita:

...Se compone de dos etapas: una primera denominada metalurgia primaria o fusión, donde se produce la fusión de las materias primas que se realiza en hornos de arco eléctrico, y la segunda, denominada metalurgia secundaria o afinado del baño fundido, que se inicia en el horno eléctrico y finaliza en el horno de cuchara...Al final de todas estas fases se extraen las escorias negras (CEDEX, 2013).

De este modo, la escoria de arco eléctrico surge como impureza del proceso de elaboración del acero y a partir de la segunda etapa es cuando se comienza a liberar este material

del horno de arco eléctrico. Ahora bien, sabiendo su proceso de origen podemos confirmar que su utilización promueve el cuidado del medio ambiente, sin embargo, además de ello se debe revisar sus antecedentes de uso para corroborar su funcionamiento como posible material para uso constructivo tal como se hace mención en la siguiente cita:

...cementos con un contenido de escorias entre el 15-30% pueden cumplir los requisitos establecidos para los cementos...Estos cementos presentan una menor demanda de agua, por lo que mejora su trabajabilidad...los morteros estudiados (con distintos porcentajes de escorias), presentan una buena resistencia a la compresión (CEDEX, 2013).

De esta manera podemos concluir que la escoria de alto horno procede de un procedimiento industrial como un residuo el cual tiene características que lo convierten en un elemento útil para su uso dentro de la industria de la construcción como un componente proveedor de resistencia al material de mezcla, del cual existen antecedentes de uso satisfactorio en dónde además de proporcionar mayores beneficios a la mezcla favorece al medio ambiente al reducir los residuos de acero desechados directamente al medio ambiente.

Es importante mencionar, según investigaciones como la del Dr. Vázquez y parafraseando dicho autor, los subproductos tales como la escoria de alto horno y ceniza volante activados con sustancias alcalinas tienen potencial cementante debido a que pueden fraguar y convertirse en una masa sólida con la dosificación para que cumpla con las normativas de resistencia a la compresión para la pieza de bloque.

De este modo, se ha demostrado en estudios anteriores, que es posible desarrollar una mezcla reduciendo las cantidades de cemento portland y a su vez, utilizando subproductos dentro

de la misma. Por lo tanto, es posible de esta manera reducir la liberación de contaminantes en el medio ambiente.

Capítulo 3. Marco Metodológico

Tipo de Investigación

Esta investigación se desarrolló como un estudio de tipo científico, siguiendo una metodología del mismo tipo para llegar al objetivo planteado de este estudio, el cual consiste en crear una fuente de información práctica para determinar la factibilidad de los subproductos como posibles elementos a utilizar en la elaboración de materiales para la industria de la construcción como la pieza de bloque, para impulsar el desarrollo de la vivienda sostenible, partiendo de características técnicas, culturales, ecológicas en relación con la zona de investigación.

Cabe mencionar, que se determinó trabajar en una investigación de tipo mixta debido a que se precisa de la implementación de herramientas tanto de tipo cuantitativas como de tipo cualitativas, con un enfoque de tipo mixto en el cual, a través de un enfoque de tipo fenomenológico se pretende trabajar en la búsqueda por analizar las percepciones y experiencias de los usuarios de una vivienda de clase media hecha a base de materiales tradicionales cementantes, en comparación con los beneficios que podría traer el uso de subproductos para la creación/obtención de un material que cumpla con las normativas mexicanas de resistencia a la compresión, pero con menor grado de generación de contaminantes es decir, una reducción en el impacto ambiental.

Así mismo, se pretende un enfoque de investigación acción, con la intención de producir un cambio en la vivienda de clase media para generar una mejora en la calidad de vida de sus

usuarios a través de la intervención de los materiales que la componen y de este modo, crear un impacto positivo en la experiencia de vida de una persona en su hogar. Lo anterior visto desde una perspectiva a futuro, en la cual se pretende la posibilidad de uso de este documento como recurso para el profesional de la construcción y el desarrollo de la arquitectura sostenible. De este modo, intervenir mediante ambos enfoques necesarios para el entendimiento y solución de la problemática presentada en este estudio. Todo lo anterior, a través de medios de campo cualitativos como la entrevista y medios cuantitativos como la encuesta y la estadística de viviendas de concreto y las características técnicas de los materiales.

Alcances

Se trabajó con un alcance de tipo explicativo para analizar los subproductos en la industria de la construcción y la perspectiva del usuario de la vivienda de clase media, en comparación con los materiales tradicionales de origen cementante. Por un lado, a través del alcance correlacional analizaremos la vinculación de los materiales constructivos hechos a base de subproductos para la elaboración de una mampostería en relación con la sostenibilidad para la vivienda elaborada en un medio ambiente determinado con características similares a las de la zona metropolitana de Monterrey Nuevo León.

Por otro lado, mediante un alcance descriptivo determinaremos la composición y características de los materiales constructivos para la vivienda sostenible hechos a base de subproductos, para justificar la selección de estos últimos en base al cumplimiento de las normativas de construcción, así como la factibilidad cultural en relación de la percepción del usuario, la asequibilidad económica y sus beneficios al medio ambiente.

Población

La población de estudio a analizar comprende a los usuarios de la vivienda de clase media, centrada en un medio ambiente con características de entorno y climatológicas similares a las de la región del área metropolitana de Monterrey en Nuevo León, realizada con materiales constructivos tradicionales con productos cementantes en la mampostería de sus muros. Cabe mencionar, que para determinar el número de población entrevistada y encuestada se toman las consideraciones planteadas en investigaciones anteriores como la del autor Hernández (2014), quien para una investigación con enfoque fenomenológico considera un aproximado de 20 a 30 casos de estudio. Así mismo, se toman las consideraciones planteadas en investigaciones como las de los autores Otzen y Manterola (2017) para investigaciones que contemplan el muestreo por conveniencia, el cual se enfoca en la aproximación de los sujetos hacia el investigador, por lo que se describe a detalle en el apartado de *Muestra* a continuación.

Muestra

Para esta investigación la muestra es de tipo mixta, en la cual se utiliza, por un lado, el muestreo de tipo estratificado en donde se clasifica a través de grupos de población por familias que vivan en el área metropolitana de Monterrey, con características de vivienda de clase media, construida de manera tradicional a base de muros de block de concreto y losas de concreto armado. Cabe mencionar, dado lo anterior y según algunos estudios se describe a la muestra de tipo estratificado de la siguiente manera:

...Se define como estrato a los subgrupos de unidades de análisis que difieren en las características que van a ser analizadas). La base de la estratificación se basa en variable como edad, sexo, nivel socioeconómico, etc. Entonces, se divide la población compuesta por “N” individuos, en “x” subpoblaciones o estratos, con base a variables importantes para la conducción del estudio (Otzen y Manterola, 2017).

Por otro lado, se trabaja mediante un muestreo por conveniencia para determinar el impacto de los materiales hechos a base de subproductos en los usuarios en referencia a su aceptación como material constructivo en sus viviendas. De este modo, y partiendo de las definiciones expuestas por los mismos autores, se hace referencia al muestreo por conveniencia como aquel que “Permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador” (Otzen y Manterola, 2017).

De este modo, se contemplaron ciertos elementos como variables de estudio para validar la investigación, en base a los fundamentos utilizados en otros estudios respecto al tema para analizar el fenómeno. Dado lo anterior, se considera la importancia de la sostenibilidad de una región con condiciones climáticas determinadas de tipo seco como las del área metropolitana de Monterrey Nuevo León, su inmersión en la zona y cómo se ha desarrollado en la misma, surgiendo en respuesta a determinadas necesidades de la población y del medio ambiente, contemplando su impacto en el habitante. Para de esta manera, precisar su repercusión tanto sensorial como en el medio ambiente de la región, para generar un diagnóstico de necesidades de inmisión de la sostenibilidad en la vivienda de clase media en relación con la mampostería a base de materiales cementantes y analizar la aceptación de los materiales hechos a base de subproductos uso para los habitantes de la zona. De igual manera, se concluye el análisis de este estudio en base a los resultados y las conclusiones obtenidas, descritos más adelante como puntos finales de la investigación.

Variables

Para el desarrollo de esta investigación, se consideran tres variables principales, de las cuales podemos mencionar a los subproductos como variable de tipo independiente, debido a que

la investigación gira entorno al estudio de aquellos que puedan ser factibles a utilizar en la región para la elaboración de un producto para mampostería. De este modo, la segunda variable es la sostenibilidad, la cual funciona de manera dependiente a la primera variable mencionada, sin embargo, su importancia yace en la generación de viviendas que puedan ser consideradas como sostenible en base a sus materiales constructivos. Por último, cabe mencionar a los materiales constructivos, en especial, la mampostería ya que será el tipo de elemento a analizar en la investigación como resultado de los subproductos como elementos constructivos.

Tabla 3. Operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	indicador	Ítem
la sostenibilidad	El desarrollo sostenible consiste en el desarrollo en el cual se satisfacen las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para poder satisfacer sus propias necesidades (ONU citado por Chan, 210).	El usuario/ Impacto cultural.	Aceptación de los materiales tradicionales y los materiales hechos a base de subproductos.	Los materiales para la elaboración de viviendas de clase media en el AMM pueden ser aceptados por sus usuarios y consumidores.
		Impacto ecológico	Nivel de contaminación de la vivienda de clase media debido a sus componentes materiales de la construcción.	Los materiales hechos a base de subproductos son más ecológicos que los materiales tradicionales a base de productos cementantes.
		El futuro de la sustentabilidad en México.	Aproximación de la vivienda sostenible hecha a base de subproductos como los nuevos materiales tradicionales en respuesta a la necesidad del entorno.	La sostenibilidad tendrá un lugar cada vez más importante en el futuro dentro de AMM.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Ítem
Los materiales constructivos (la mampostería)	Material: Cada una de las materias que se necesitan para una obra, o el conjunto de ellas. Construcción: Obra construida o edificada (Según la RAE) Mampostería: Sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos mediante la colocación manual de los materiales...(manual, equipo mecánico, equipo motorizado, entre otros. (Villatoro 2014).	Características	Ventajas y desventajas de los materiales debido a la naturaleza de sus componentes.	Las características técnicas de los materiales determinan contribuyen a su funcionalidad e de impacto ambiental.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Ítem
Los subproductos	En cualquier proceso industrial, producto que se obtiene además del principal y que suele ser de menor valor que este. (RAE)	Características técnicas	Ventajas y desventajas de los materiales debido a la naturaleza de sus componentes.	Los subproductos tienen la capacidad de ser reutilizados debido a que cumplen adecuadamente con las normativas para la construcción en México.
		Asequibilidad (obtención)	Diagnosticar la facilidad de obtención para determinar la factibilidad de este.	Los materiales constructivos hechos a base de subproductos pueden ser obtenidos dentro del área metropolitana.

Instrumento para la Recolección de Datos

Así mismo, se plantea la resolución de datos a través de instrumentos tanto cuantitativos como cualitativos, mediante encuestas para los medios de campo cuantitativos, así como entrevistas para los medios de campo cualitativos. Dado que, para el aspecto cualitativo de la investigación, se busca conocer la perspectiva y opiniones de la población participante, mientras que para el aspecto cuantitativo se busca comprender la mayor cantidad de datos, sobre los temas que se puntualizan en la investigación.

Así mismo, para determinar el tipo de preguntas a elaborar, para el caso de las encuestas es conveniente para esta investigación el uso de preguntas que sintetizen las respuestas de los encuestados y así mismo, sean fáciles de compilar, por tal motivo, y según investigaciones anteriores se consideran para este caso las preguntas cerradas de tipo dicotómicas, las cuales algunos autores las refieren según como se muestra en la siguiente cita:

Son aquellas que contienen opciones de respuesta previamente delimitadas.

Resultan más fáciles de codificar y analizar... dicotómicas (dos posibilidades de respuesta) o incluir varias opciones de respuesta (Hernández, 204).

Mientras que, para el caso de las entrevistas es apropiado que los entrevistados puedan proporcionar una información más amplia, y así mismo, puedan dar motivo a las respuestas generadas. Para este caso, es provechoso el uso de preguntas de tipo abiertas, para lo cual algunos investigadores lo describen tal como en la siguiente cita “ sirven en situaciones donde se desea profundizar una opinión o los motivos de un comportamiento” (Hernández, 204).

Para comenzar, partiendo de los subproductos como una variable independiente, por un lado, se propone demostrar que estos productos vistos como desperdicio por la industria, pueden

ser reutilizados para la elaboración de viviendas cumpliendo adecuadamente con las normativas para la construcción en México, mediante el análisis de las investigaciones relevantes hechas anteriormente.

Del mismo modo, se pretende demostrar mediante los resultados obtenidos en esta investigación, que la mampostería hecha a base de subproductos de la industria puede ser aceptada como material de uso constructivo para los usuarios de las viviendas clase media que al día de hoy habitan casas hechas con mampostería a base de productos cementantes, a través de entrevistas a la población de una región específica como la del área metropolitana de Monterrey, para conocer el impacto cultural que causa y los motivos del porqué elegirían determinado tipo de elemento para mampostería.

En caso de que seleccionen la mampostería tradicional como su preferencia, teniendo como tal aquella elaborada a base de cemento Portland, se determinan las razones que hacen de este producto seleccionado el más popular y de este modo saber cómo se puede lograr la aceptación y rentabilidad de una mampostería hecha a base de subproductos para la mayor cantidad de población posible en la región. Para ello, se considera el número de resultados obtenidos por medio de este instrumento en base a lo mencionado en la siguiente cita:

Capacidad operativa de recolección y análisis (el número de casos que podemos manejar de manera realista y de acuerdo con los recursos que tenemos) ... Enfoque fenomenológico...diez casos... teoría fundamentada, entrevistas por personas bajo observación...de 20 a 30 casos...el propósito de la entrevista...tal labor puede realizarse vía telefónica, y/o por carta o e-mail (Hernández, 2014).

Dado lo anterior, y según las consideraciones tomadas para la extensión del contenido de dicho instrumento cualitativo basadas en el autor Hernández, se generan un total de 23 entrevistas para la aplicación de dicho instrumento.

De la misma forma, se pretende conocer la opinión de los habitantes de la región mediante una encuesta con preguntas abiertas donde puedan expresar su opinión sobre la sostenibilidad en la vivienda, comprender el grado de conocimiento de los mismos respecto a este tema, así como la importancia que le dan y su visión a futuro de la vivienda sostenible en la región.

Además de lo anterior, conocer mediante el mismo instrumento de investigación, el grado de conocimiento de los habitantes de la región respecto a la contaminación de la ciudad, cuál es la apreciación que ellos tienen respecto al tema, conocer los motivos por los cuáles creen que se ha desarrollado, así como averiguar si conocen la relación que esta tiene con los materiales constructivos de la vivienda. Para el número de resultados de los instrumentos se toma en consideración según Hernández "...La estrechez del contenido, es decir, que se excluyan dimensiones importantes de la variable o las variables medidas...La amplitud exagerada, donde el riesgo es que el instrumento contenga excesiva intrusión de otros constructos similares" (Hernández, 2014).

De tal forma, las consideraciones tomadas para la extensión del contenido de dicho instrumento cuantitativo se basan en el autor Hernández, generando un total de 120 encuestas para la aplicación del instrumento cuantitativo.

Triangulación

Para esta investigación se propone el uso del modelo de diseño transformativo secuencial DITRAS, debido a que consiste en la recolección, comparación e interpretación simultánea de los datos cuantitativos y cualitativos para confirmar y corroborar los resultados de la investigación mediante la validación cruzada entre los dos tipos de datos y de esta manera poder darles una validez cualitativa a datos cualitativos y viceversa. De este modo, poder analizar la factibilidad de los subproductos para su uso en la elaboración de materiales constructivos para la vivienda de clase media insertada en una región como la del área metropolitana de Monterrey Nuevo León, de forma cualitativa desde el análisis de sus características, y de modo cuantitativo para la el estudio de sus propiedades, así mismo poder analizar el impacto de estos en sus usuarios de modo cualitativo y transportarlo a través de medios cuantitativos hacia representaciones estadísticas.

Administración del Instrumento

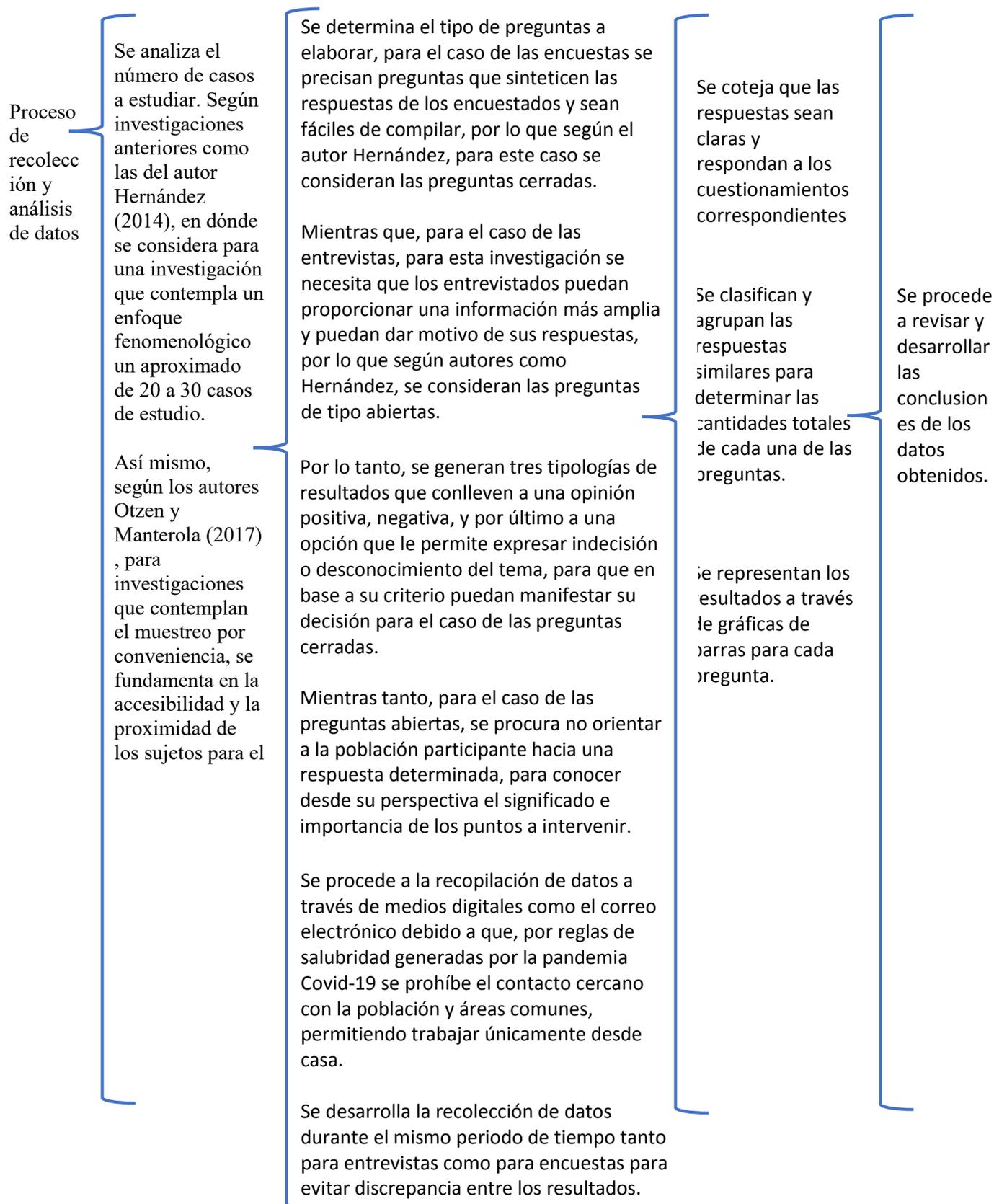
Para la medición en el aspecto cualitativo se utilizan las herramientas como MAXQDA porque es importante conocer la percepción de los usuarios de las viviendas de clase media en relación con los materiales hechos base se subproductos ya que, si un producto no es aceptado por la población, aunque este cumpla con los requisitos funcionales, no será utilizado ni aprovechado, por lo tanto, no será un producto rentable debido a la carencia de su aceptación, de este modo no creara ningún impacto en la población. En el aspecto cuantitativo se utilizan los instrumentos como QlikQ para la elaboración de encuestas, ya que es importante determinar la cantidad de población que aprueba o desaprueba los subproductos como elementos para la elaboración de materiales, porque si la población que acredita estos productos es minoría y la población que los desaprueba son mayoría, nuevamente no se crea un impacto en la población,

por lo que es importante conocer los porcentajes y de esta manera crear una investigación como un producto rico para su aprovechamiento.

Análisis de los Datos

Primeramente, para la etapa de análisis de los datos obtenidos, se coteja que las respuestas de la población participante tanto de las entrevistas como en las encuestas sean claras y respondan a los cuestionamientos correspondientes. La recopilación de datos se desarrolla durante el mismo periodo de tiempo tanto para las entrevistas como para las encuestas, para evitar discrepancias entre los resultados. Se genera además tres tipologías para los cuestionamientos que conlleven a una opinión negativa o positiva, siendo como tercera opción aquella en la que la persona describa indecisión hacia alguna de las dos antes mencionadas, teniendo la libertad de manifestar en base a su criterio dicha elección. Se realizan conglomerados de total de resultados similares para determinar las cantidades de cada uno. Por último, se revisan las cantidades totales de cada resultado, y se procede a desarrollar las conclusiones de estos.

Figura 5. Proceso de recolección y análisis de datos. Esquema. Elaboración propia.



Capítulo 4. Resultados

Resultados

De la información obtenida, se obtienen los siguientes resultados. Cabe mencionar, que al utilizar el término población se hace referencia a la cantidad de personas participantes tanto en las encuestas como en las entrevistas respectivamente. Para los resultados cuantitativos, el 56.2% de la población interpreta el concepto de vivienda sostenible como una casa con uso eficiente de los recursos naturales, el 5% como una casa que usa tecnologías, el 12.2% como una casa hecha con materiales naturales como la piedra y la madera, el 0.7% como una casa que contribuye a reducir los índices de contaminación, el 0.7% como una casa que genera sus propios recursos, y el 25.2% menciona se trata del conjunto de todas las anteriores (véase Figura 6).

El 69.2% de la población, considera desde su concepto de vivienda sostenible, que esta es más cómoda que la vivienda tradicional, el 7.5% piensa que no es así, y el 23.3% supone que no tiene relevancia la comodidad y la sostenibilidad de la vivienda (véase Figura 7). El 5.8% menciona que no viviría en una casa sostenible, mientras que el 94.2% sí lo haría, de las cuales: el 51% para cuidar el medio ambiente, el 14.2% para experimentar, el 16.3% por comodidad, 7.3% para reducir los costos de servicios, el 5.1% porque supone una mejora en la calidad de la vivienda, mientras que al 6.1% no tiene un motivo preciso de su respuesta (véase Figura 8, 8.1).

Así mismo, el 93.3% de la población considera importante la arquitectura sostenible para el bienestar del medio ambiente, el 1.7% sugiere que no lo es, mientras que el 5% supone no existe relevancia entre una y otra (véase Figura 9). El 75.8% estima que en un futuro a importancia del uso de la vivienda sostenible aumente en su región, el 17.5% opina lo contrario, mientras el 6.7% supone no tiene relevancia (véase Figura 10). El 56.7% menciona que en el

futuro la mayoría de las casas en su región, el 32.5% supone lo contrario, y el 10.8% no cree se tenga relevancia este tipo de vivienda en su región (véase Figura 11).

Se demostró que el 96.7% de la población considera de la contaminación un problema importante en su región (véase Figura 12). Así mismo, el 92.5% confirma existe una relación entre la contaminación del medio ambiente y el cambio climático, el 5.7% menciona que no es así, entre tanto, el 1.8% menciona es irrelevante el tema de la contaminación con la problemática del cambio climático (véase Figura 13). El 98.3% asegura que la contaminación en el medio ambiente tiene un impacto importante en la salud de las personas, y el 1.7% cree que la contaminación no tiene una relevancia de manera importante en la salud (véase Figura 14). El 77.5% asegura existe una relación entre los materiales hechos a base de cemento y la contaminación en el medio ambiente de su región, el 13.3% sostiene que no es así, mientras que el 9.2% expresa no tener relevancia el impacto de los materiales en la contaminación (véase Figura 15).

Del mismo modo, dentro de los resultados cualitativos se obtuvo la siguiente información, en dónde el 88% de la población sabe que las paredes de su casa están hechas de bloque, el 4.1% menciona además el cemento, y otro 4.1% agrega además de varilla, y el 3.8% asegura están hechas de ladrillo. E 92% confirma que las paredes de las casas de sus conocidos también están hechas de bloque, y el 8% comenta están hechas de ladrillo (véase Figura 16, 16.1).

Dado que, a la población se le preguntó cuántos materiales para construir una pared de una casa el 100% de la población confirma conocer el bloque de concreto como material para construir las paredes de una casa, el 62% expresa además el ladrillo, el 23% menciona además el adobe, madera y cemento, el 15% agrega a lo anterior la varilla, el 12% indica también la

Tablaroca, un 8% comenta además de vidrio y la lámina y el 4% expresa además de todos los anteriores, la arcilla, materiales reciclados, plástico, piedra, barrobloc, hielo seco, mármol y teja (véase Figura 17). Sin embargo al cuestionarle a la población qué sabe sobre los materiales de los que están hechos los bloques de su casa, el 38% de la población conoce de los bloques de los que está hecha su casa, que son materiales aislantes, el 35% comunica son compuestos triturados, el 19% que son materiales de buena calidad, y el 8% expresa no saber nada de estos materiales (véase Figura 18).

El 60% de la población considera que un subproducto es un derivado de otro material, un 12% asegura es un sustituto de otro material, otro 12% menciona se trata de un producto ecológico, reciclado, o secundario, un 8% supone se trata de un material de menor calidad, un 4% expresa es un material económico, y un 4% indica no saber su significado (véase Figura 19). El 26% de la población imagina que un subproducto de los materiales constructivos es un sustituto de otro material, otro 26% expresa es un material reciclado, poco usado, y un componente no hecho para la construcción, un 16% supone se trata del derivado de otro material, un 12% comunica es un material a base de cemento, otro 12% no sabe de qué se trata, mientras que un 8% deduce es un material de menor calidad (véase Figura 20).

Así mismo, el 35% de la población supone que el hecho de que las paredes de una casa estén hechas de productos sustitutos del cemento significan problemas para el usuario, un 28% expresa que éstos deben tener mayores ventajas de su uso en comparación con los utilizados tradicionalmente para poderlos aceptar, el 16% está de acuerdo con usar materiales sustitutos, el 12% muestra indecisión de estos productos para la construcción, y el 8% supone es un material resistente (véase Figura 21). Por otro lado, el 35% de la población considera que los subproductos de los materiales constructivos pueden ofrecer un sustituto del cemento igual de

resistente para las paredes de una casa, mientras tanto, otro 35% expresa que no es así, y un 30% asume puede ser cierto siempre y cuando se le compruebe la resistencia del material (véase Figura 22).

Cabe mencionar, que 39% de la población no está segura sobre si los subproductos de los materiales constructivos pueden ofrecer un sustituto al cemento con mayores cualidades ecológicas para las paredes de una casa, mientras que el 38% expresa que sí pueden hacerlo, y un 23% manifiesta que no ofrecen mayores beneficios ecológicos (véase Figura 23). Así mismo, se le preguntó a la población cómo se sentiría si viviera en una casa hecha con productos sustitutos del cemento, en dónde el 35% del total mostró una evidente preocupación, el 26% estaría de acuerdo, el 20% expresó una ligera inseguridad, el 4% demuestra le es indiferente, y un 15% refleja no saber si le sería de su agrado o no (véase Figura 24).

Cabe mencionar, en base a investigaciones antes realizadas como el autor Vázquez, los subproductos tales como la escoria de alto horno y la ceniza volante, combinados con sodio en una mezcla con cemento Portland y agua, es posible generar un producto cementante para la elaboración de una mampostería, cumpliendo con las normativas de resistencia mínimas. Del mismo modo, según la norma 02_ NMX404, las medidas estándar para una pieza de mampostería, para las dimensiones de fabricación de bloque se contemplan 20cm de ancho, 19cm de alto y 39cm de largo. Así mismo, se toma como consideración para un modelo de propuesta teórico de pieza de bloque a base de elementos de subproductos dado a algunas limitantes para el desarrollo técnico de la investigación tales como los recursos económicos y la pandemia Covid-19.

Conclusiones

De esta manera, es posible mencionar, por un lado, que la mayoría de la población comprende por vivienda sostenible, una casa cómoda para para el usuario con uso eficiente de recursos naturales, donde su principal motivo de habitar en ella consiste en cuidar el medio ambiente, debido a que este tipo de vivienda es considerada una pieza importante para ello. Así mismo, la mayoría de la población considera que aumentará la importancia de su uso en la región, al grado de ser la mayoría de las viviendas de este tipo.

Por otro lado, la contaminación es considerada por la población como un problema importante en la región donde vive, además manifiesta que tiene una relación con el cambio climático. De tal manera, se considera que la contaminación en el medio ambiente tiene un impacto importante en la salud de las personas. Así mismo, se cree que existe una relación entre los materiales hechos a base de cemento y la contaminación en el medio ambiente de su región.

Así mismo, la mayoría de las viviendas de las personas entrevistadas, así como de las personas que conocen, están construidas con muros de bloque de concreto. Cabe mencionar, que todos los entrevistados conocen el bloque de concreto y en segundo lugar, el ladrillo, como los principales componentes para la pared de una casa, sin embargo, la mayoría asegura no saber de qué están hechos.

Del mismo modo, la mayoría de los entrevistados supone que un subproducto de los materiales constructivos consiste en un sustituto de los materiales tradicionales, el cual tiene mayores cualidades ecológicas, sin embargo, expresaron sentir preocupación si vivieran en una casa hecha con productos sustitutos del cemento, debido a que lo suponen un problema para el usuario por no ser lo suficientemente resistente como el bloque de concreto.

Por tal motivo, y en respuesta a los resultados obtenidos, se propone aumentar el flujo informativo tanto a la población en general, como al campo profesional en el ámbito constructivo, sobre la variedad de productos para la elaboración de materiales constructivos, y de esta manera propagar los beneficios del uso de materiales como los subproductos para elaboración de mamposterías para demostrar la factibilidad de estos.

De esta manera, cabe la posibilidad en un futuro de la inserción de una mampostería a base de subproductos para el cuidado del medio ambiente, dado que al día de hoy dicho producto es factible teóricamente dado que se ha demostrado en investigaciones anteriores como se mencionó anteriormente tales como la del autor Vázquez (2017), que los subproductos como la ceniza volante y la escoria de alto horno tienen características técnicas que pueden aprovecharse para la realización de una mezcla para pieza de mampostería. Además, al ser productos residuos de la industria, con su utilización es posible reducir el impacto ambiental al darle nuevamente un ciclo de vida útil a dichos subproductos y reducir la cantidad de desechos industriales. Sin embargo, el modo en que la población en general pueda aceptarlo es a través de la comprobación de sus características como material constructivo, debido a que las personas están acostumbradas a utilizar los productos a base de cemento Portland por ser uno de los elementos más empleados en la construcción de sus viviendas.

Como profesionales de la construcción, es importante optar por el uso de materiales constructivos variados a los productos cementantes, para compartir a la población otras opciones distintas a las ya conocidas en su región, y de esta manera, demostrarles su funcionalidad y con el paso del tiempo, ir generando en el usuario la certeza de ello y una proximidad hacia estos elementos para que a su vez, sea posible una arquitectura adaptada al usuario, a las necesidades del entorno y el cuidado del medio ambiente.

Referencias

Alemán García, Mercedes, Rodríguez Olivera, Juan Luís y Salcedo Simón, Jorge (2008). Emisión de gases de efecto invernadero en la provincia de Matanzas, Cuba. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 2, núm.

Álvarez Luján, Blanca Lina y Zulueta Cueva, Carlos Eduardo (2021). Marketing y la demanda de viviendas sostenibles en Perú.

Bernstein, L., Roy, J., Delhotal, K.C., Harnisch, J., Matsuhashi, R., Price, L., Tanaka, K., Worrell, E., Yamba, F. y Fengqi, Z. (2007). Industry, in: *Climate change 2007: mitigation. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R. and Meyer, L.A. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Cámara de Diputados (2006). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir.htm>.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2019). *Ley De Vivienda*. Diario Oficial de la Federación.

CANACERO. Octubre de 2013. Boletín 9 Acero en Cifras. Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero.

Ceballos, Fernando Bolaños y De Keijzer, Benno (2020). Determinación Social del Malestar Psicológico y el Estrés en Hombres que Ejercen Violencia Familiar en la Ciudad de México. *Salud Colectiva*, vol. 16, 2020.

CEDEX (2013). Escorias de Acería de Horno de Arco Eléctrico. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

Chan López, M. Arq. Delia (2010), Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social. Caso: la vivienda de interés social en la ciudad de Mexicali, Baja California. México. Universidad Autónoma de Baja California.

CONAVI. (2008). Programa Específico para el Desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático. Mexico: Comision Nacional de Vivienda.

Construcción y Tecnología en Concreto. (2021). El humo de sílice como adición al concreto estructural. <http://www.imcyc.com/revistacyt/sep11/artingenieria.html>.

Coordinación Nacional de Protección Civil, México (20014). Nuevas Normas NMX para Estructuras de Mampostería. Secretaría de Gobernación de México.

Diario Oficial de la Federación (2021). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. México.

Díaz, E. Jherson, R. Izquierdo, S., Mejía de G., Rubí y Gordillo S., Marisol. (2013), Mezcla ternaria de cemento portland, escoria de alto horno y piedra caliza: resistencia mecánica y durabilidad. Revista de la Construcción vol.12 no.3.

Dueñas Del Río, Alejandra (2013) Reflexiones sobre la arquitectura. Revista Legado de Arquitectura y Diseño, núm. 14.

European Cement Research Academy (2007). Carbon Capture Technology: Options and Potentials for the Cement Industry; Technical Report TR 044/2007. <http://www.cement.org/bookstore/download.asp?mediatypeid=1&id=15360&itemid=SN3022>.

Fitch Osuna, Jesús Manuel (2002), Procedimiento para Determinar el Valor de la Vivienda en el Área Metropolitana de Monterrey: a partir del Confort Térmico como Material de Construcción Sustentable. [Tesis de maestría de la Universidad Autónoma de Nuevo León].

F. Puertas (1993), Escorias de alto horno: composición y comportamiento hidráulico. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

Heredia Escorza, Eloísa Olivia (2019), Cultura Ambiental en Hogares Urbanos De Nuevo León. [Tesis de doctorado de la Universidad Autónoma de Nuevo León].

Hernández Sampieri, Roberto (2014). Metodología de la Investigación. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V.

Home Depot (2021). <https://www.homedepot.com.mx>

Huaquisto Cáceres, Samuel y Belizario Quispe, Germán (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Revista de Investigaciones Altoandinas vol.20 no.2.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). <https://www.inegi.org.mx/>.

International Energy Agency (2009), Cement roadmap targets. http://www.iea.org/papers/2009/Cement_Roadmap_targets_viewing.pdf.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2018). Causas del Cambio Climático. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/causas-del-cambio-climatico>.

J. Mohammed, Amina (2015). <https://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/>.

Kosmatka, Steven H., Kerkhoff, Beatrix y C. Panarese, William (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Portland Cement Association.

L. King, Jimmie (s.f.). La Arquitectura Vernácula del Noreste de México.
<http://lanic.utexas.edu/project/etext/llilas/vrp/kingvrp.pdf>.

Medina, Adriana, Gamero, Prócoro, Querol, Xavier, Moreno, Natalia, De León, Beatriz, Almanza, Manuel, Vargas, Gregorio, Izquierdo, María y Font, Oriol. (2010). Fly ash from a Mexican mineral coal: Mineralogical and chemical characterization. *Journal of Hazardous Materials*.

M.Schneider, M. Romer y M. Tschudin, H. Bolio. (2011). Sustainable cement production—present and future. *Cement and concrete research*.

Organización de las Naciones Unidas (2021). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, 5 a 16 de junio de 1972, Estocolmo.
<https://www.un.org/es/conferences/environment/stockholm1972>.

Otzen, Tamara y Manterola, Carlos (2017), Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.* vol.35, n.1.

Prieto Cobo, Eduardo (2019). Estudio de Materiales Puzolánicos para Construcción Sostenible Basados en Residuos de Subproductos. [Tesis de doctorado de la Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias].

Ramos Leonel (2007). Naturaleza y Ciudad en Épocas Prehispanicas. El Caso de las Culturas Nucleares Sudamericanas. *Urbano*, vol. 10, núm. 16.

Real Academia Española (s.f.). Clíinker. En *Diccionario de la lengua española*.

Recuperado el 10 de Octubre 2021 de <https://dle.rae.es/cl%C3%ADnker?m=form>.

Real Academia Española (s.f.). Material. En *Diccionario de la lengua española*.

Recuperado el 10 de Octubre 2021 de <https://dle.rae.es/mamposter%C3%ADa?m=form>.

Real Academia Española (s.f.). Mampostería. En *Diccionario de la lengua española*.

Recuperado el 10 de Octubre 2021 de <https://dle.rae.es/mamposter%C3%ADa?m=form>.

Real Academia Española (s.f.). Subproductos. En *Diccionario de la lengua española*.

Recuperado el 10 de Octubre 2021 de <https://dle.rae.es/subproducto?m=form>.

Secretaria de Desarrollo Sustentable (2010). <https://sustentable.morelos.gob.mx/quienes-somos/objetivos>.

SEMARNAT, DGEIA. (2010). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [dehttp://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlete1ce.html](http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlete1ce.html).

Servicio Geológico Mexicano (2006). Anuario estadístico de la minería mexicana.

Taylor, M., Tam, C. y Gielen, D. (2006), Energy efficiency and CO2 emissions from the global cement industry, International Energy Agency, Paris.

Vázquez Rodríguez, Francisco Javier (2017), Efecto De La Adición De Micropolvos de Caliza en las Propiedades de Cementos Híbridos Alcalinos para su uso como Material de Construcción Sustentable. [Tesis de doctorado de la Universidad Autónoma de Nuevo León].

Villatoro Morales y Diego Juan Carlos (2014), Comparación de Calidad entre una Construcción de Mampostería Vs. Concreto Reforzado en Viviendas Unifamiliares. Universidad de San Carlos de Guatemala.

World Business Council for Sustainable Development (2008). The cement sustainability initiative: getting the numbers right, [on-line], Cement Industry Energy and CO₂ Performance. [http://www.wbcscement.org/pdf/csi-gnr-report-with% 20label.pdf](http://www.wbcscement.org/pdf/csi-gnr-report-with%20label.pdf).

Zimmer A. y Bergmann C.P. (2007). Fly ash of mineral coal as ceramic tiles raw material. Waste Management.

Tablas

Tabla 1. Matriz de congruencia.

Tabla 2. Modelos y costo de piezas de bloque de la marca Home Depot. Precio en pesos mexicanos. Elaboración propia.

Tabla 3. Tabla de operacionalización de las variables. Elaboración propia.

Figuras

Figura 1. *Representación esquemática del proceso de producción del cemento portland, autor Bernstein, L., et al. (2007). Industry, in: Climate change 2007: mitigation. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R. and Meyer, L.A. (Eds.), 2007, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.*

Figura 2. Viviendas particulares habitadas están construidas con muros a base mampuestos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Figura 3. *Tipos de acabados en mampostería*, Villatoro Morales, Diego Juan Carlos (2014), Comparación de Calidad entre una Construcción de Mampostería Vs. Concreto Reforzado en Viviendas Unifamiliares.

Figura 4. *Modelo tradicional de block de concreto*, Villatoro Morales, Diego Juan Carlos (2014), Comparación de Calidad entre una Construcción de Mampostería Vs. Concreto Reforzado en Viviendas Unifamiliares.

Figura 5. Proceso de recolección y análisis de datos. Esquema. Elaboración propia.

Figura 6. Resultado de encuesta. Interpretación de vivienda sostenible según población.

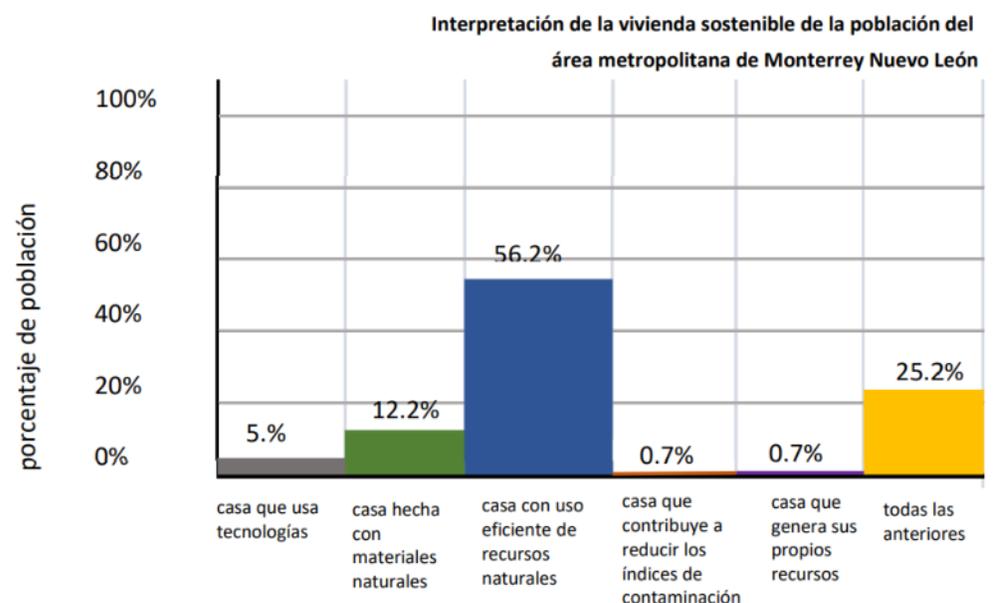


Figura 7. Resultado de encuesta. Vivienda sostenible y comodidad según población.



Figura 8. Resultado de encuesta. Consideración de uso de vivienda sostenible según población.

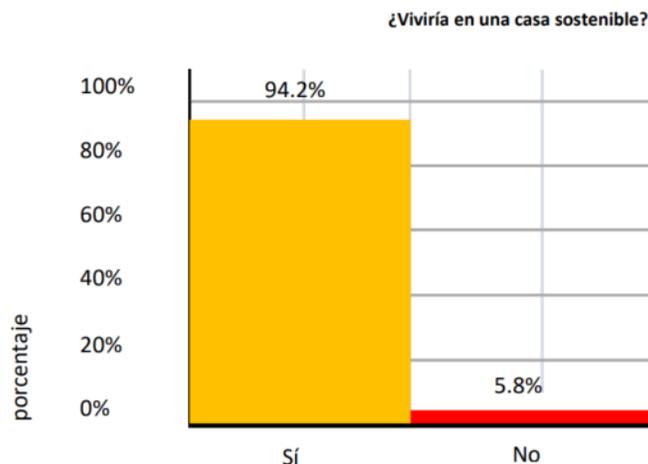


Figura 8.1 Resultado de encuesta. Consideración de uso de vivienda sostenible según población.

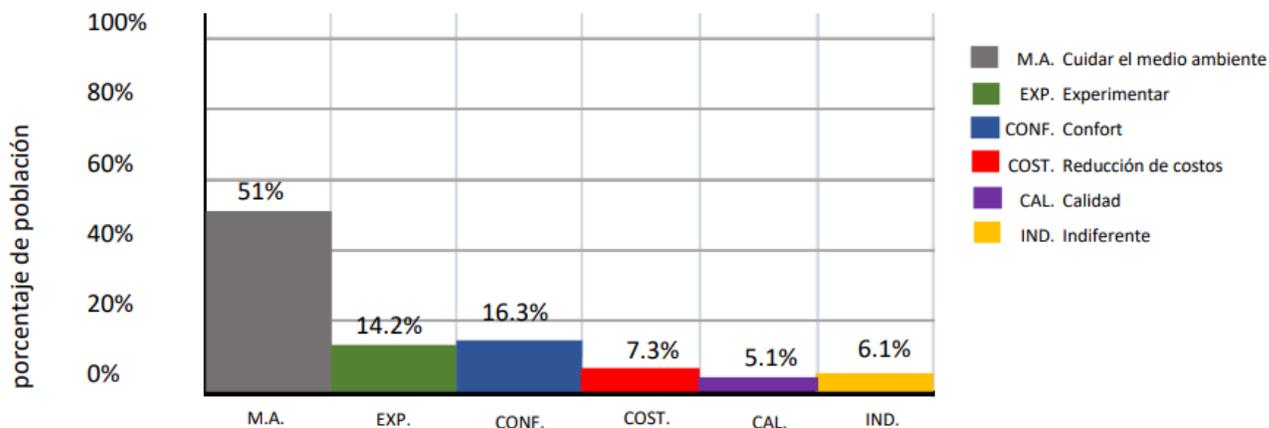


Figura 9. Resultado de encuesta. Interpretación arquitectura sostenible y bienestar del medio ambiente según población.

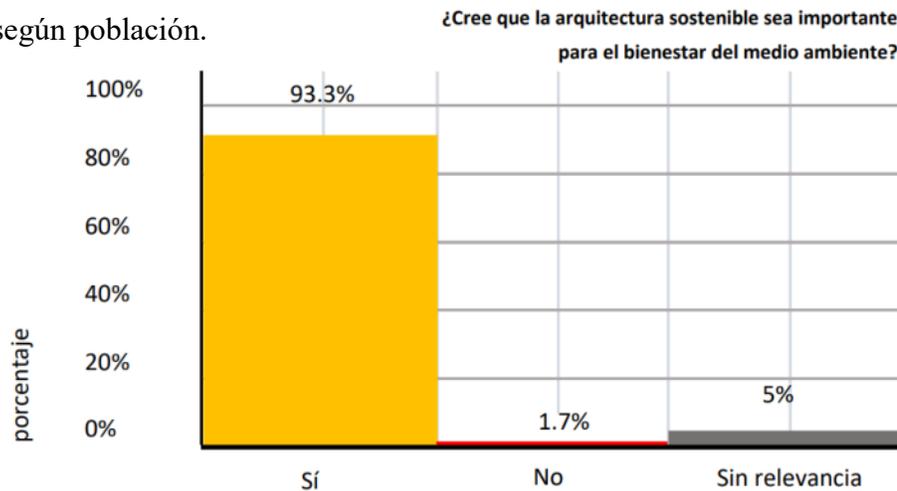


Figura 10. Resultado de encuesta. Arquitectura sostenible y su futura importancia en la región según población.

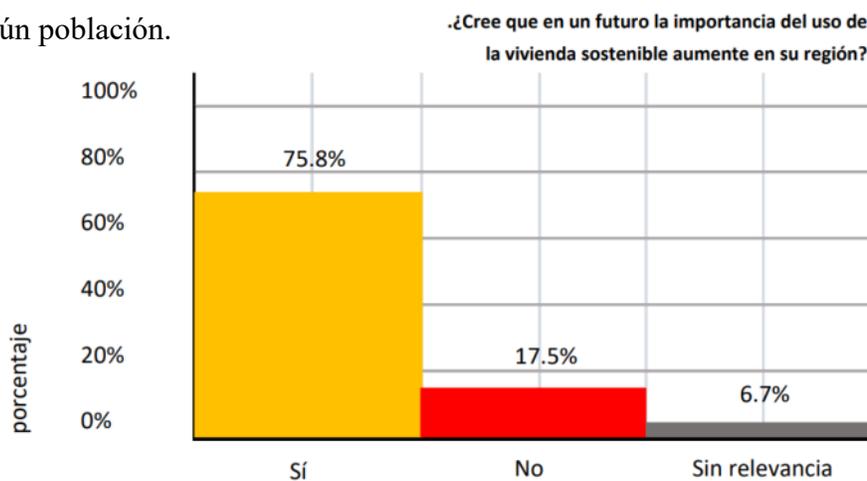


Figura 11. Resultado de encuesta. Arquitectura sostenible y su futuro aumento en la región según población.

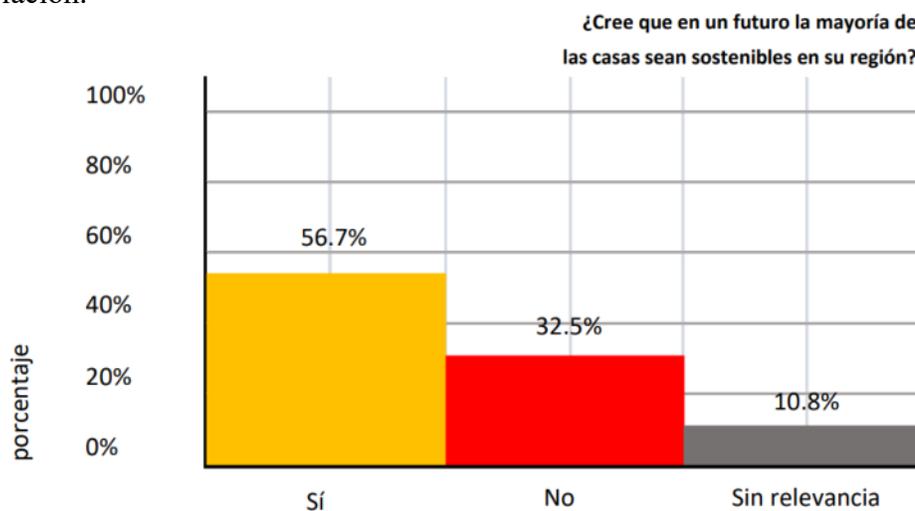


Figura 12. Resultado de encuesta. Importancia de la contaminación según población.

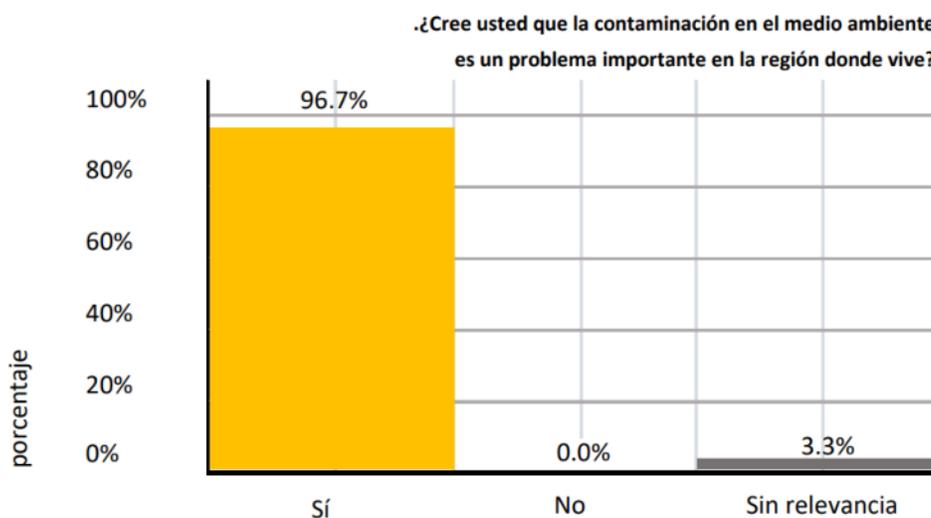


Figura 13. Resultado de encuesta. Relación entre contaminación y medio ambiente según población.

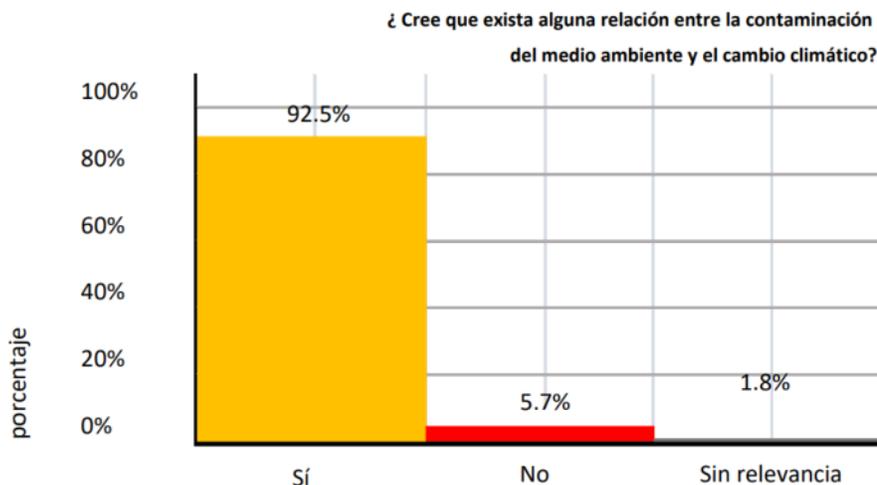


Figura 14. Resultado de encuesta. La importancia del impacto de la contaminación en la salud de las personas según población.

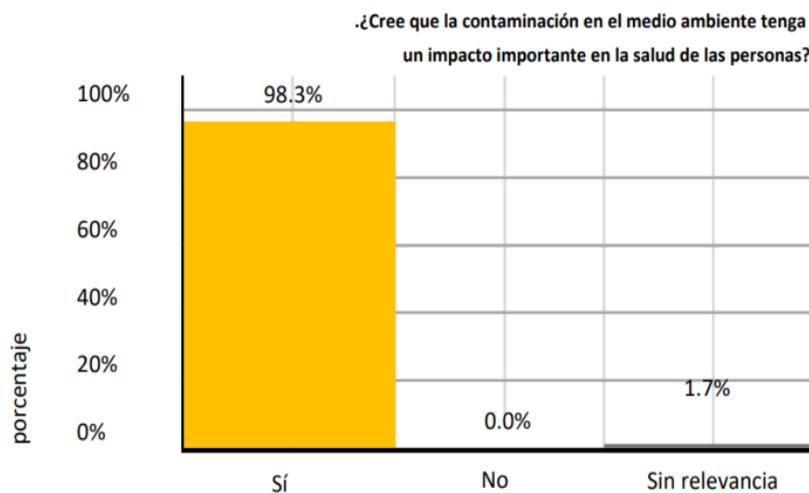


Figura 15. Resultado de encuesta. Relación entre la contaminación y los materiales a base de cemento según población.

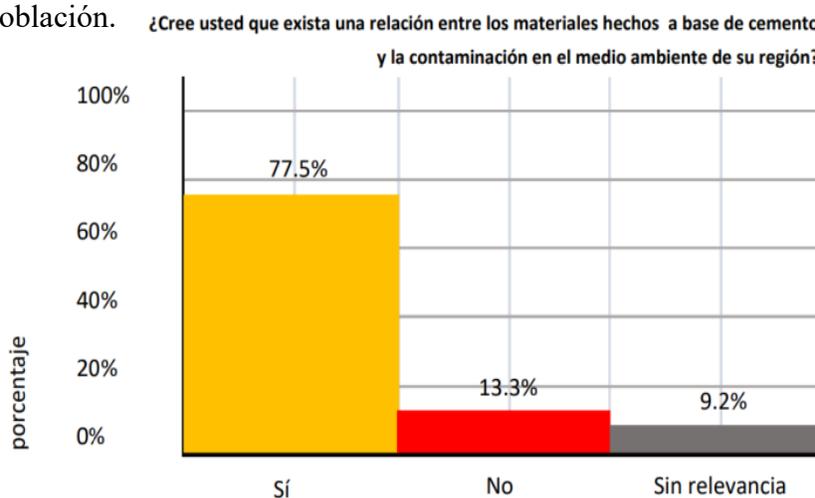


Figura 16. Resultado de encuesta. Materiales de muro en vivienda según población.

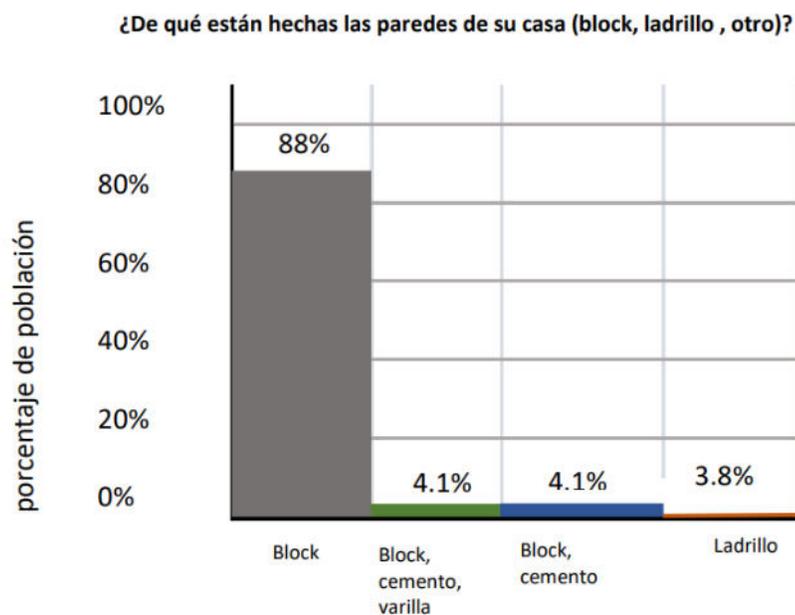


Figura 16.1 Resultado de encuesta. Materiales de muro en vivienda según población.

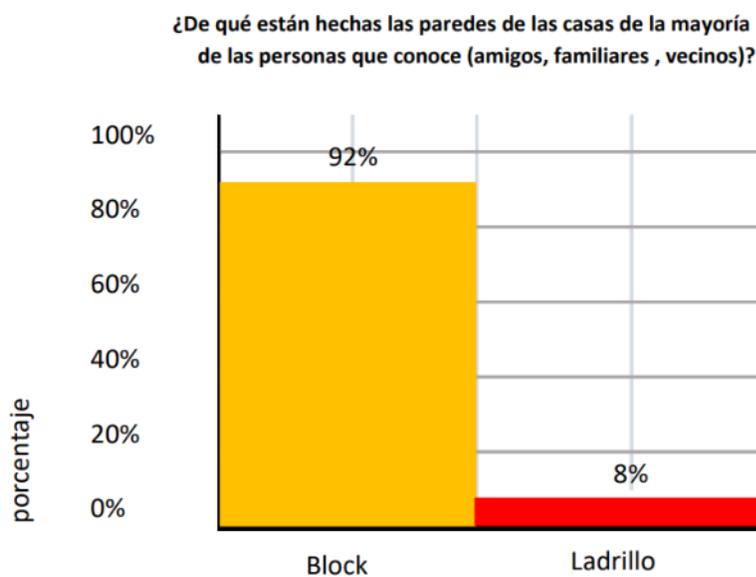
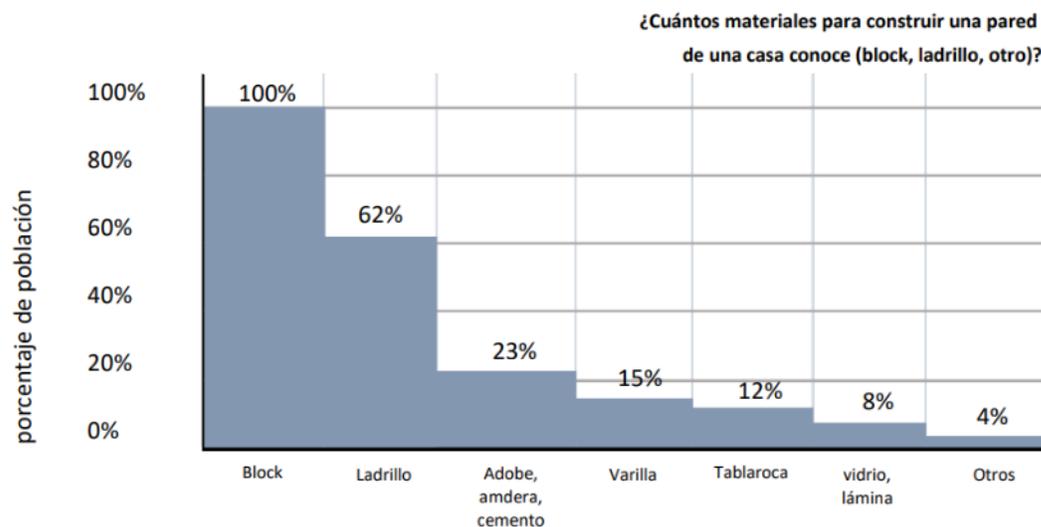


Figura 17. Resultado de encuesta. Variedad de materiales para muro en vivienda según población.



*Otros: Arcilla, materiales reciclados, plástico, piedra, barrobloc, hielo seco, mármol, teja.

* Más de 1 respuesta por entrevistado

Figura 18. Resultado de encuesta. Compuesto del block de muro en vivienda según población.

¿Qué sabe sobre los materiales de los que están hechos los bloques de su casa?

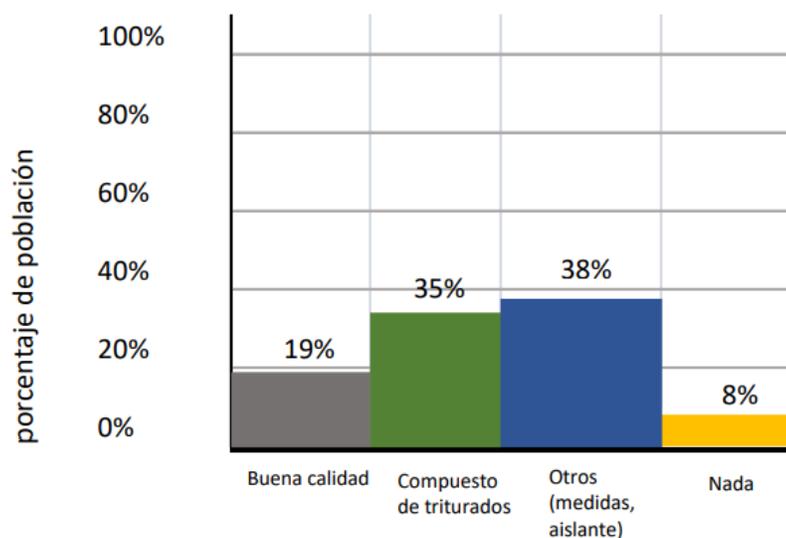


Figura 19. Resultado de encuesta. Interpretación de subproducto según población.

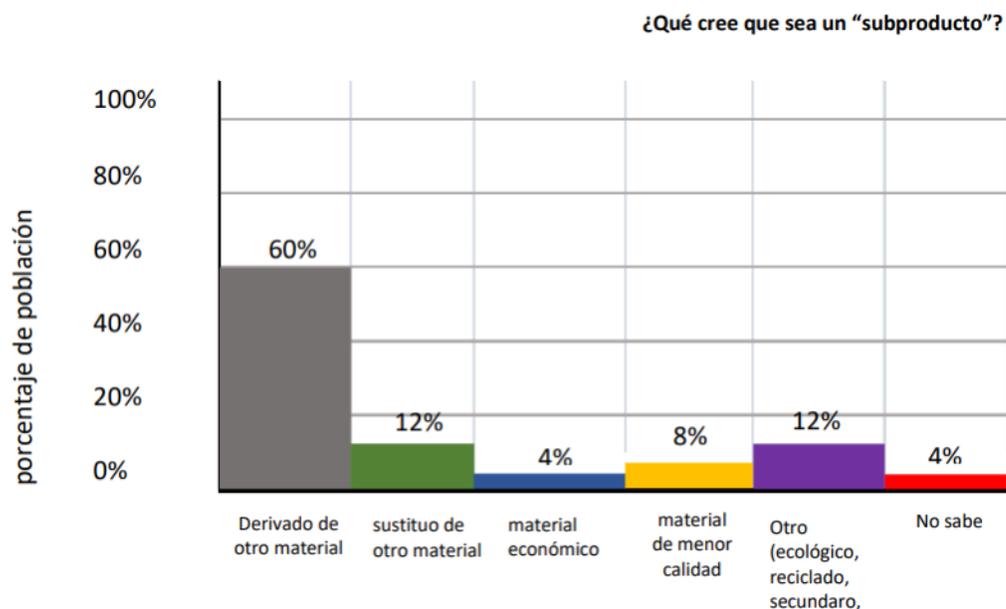
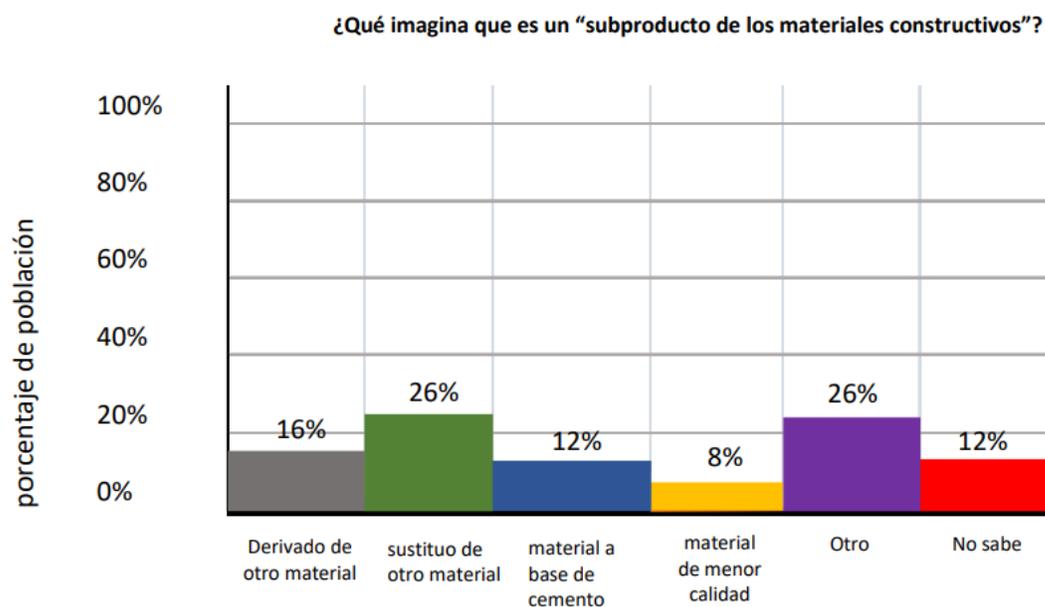


Figura 20. Resultado de encuesta. Interpretación de subproducto de los materiales constructivos según población.



*Otro: ecológico, reciclado, secundario, poco usado, no hecho para la construcción, pintura, componente

Figura 21. Resultado de encuesta. Interpretación de sustitución del cemento en muro según población.

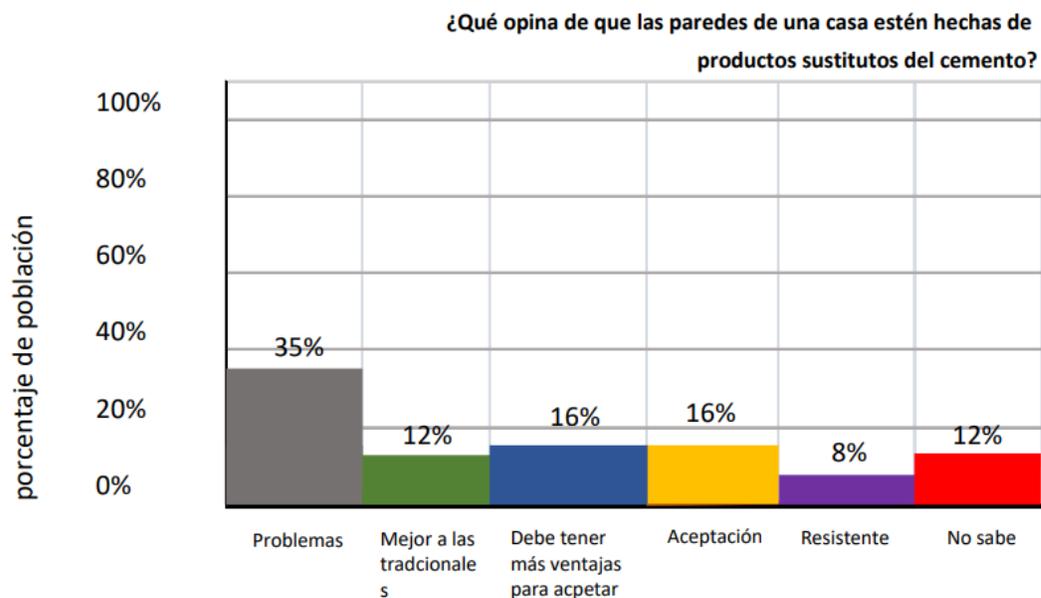
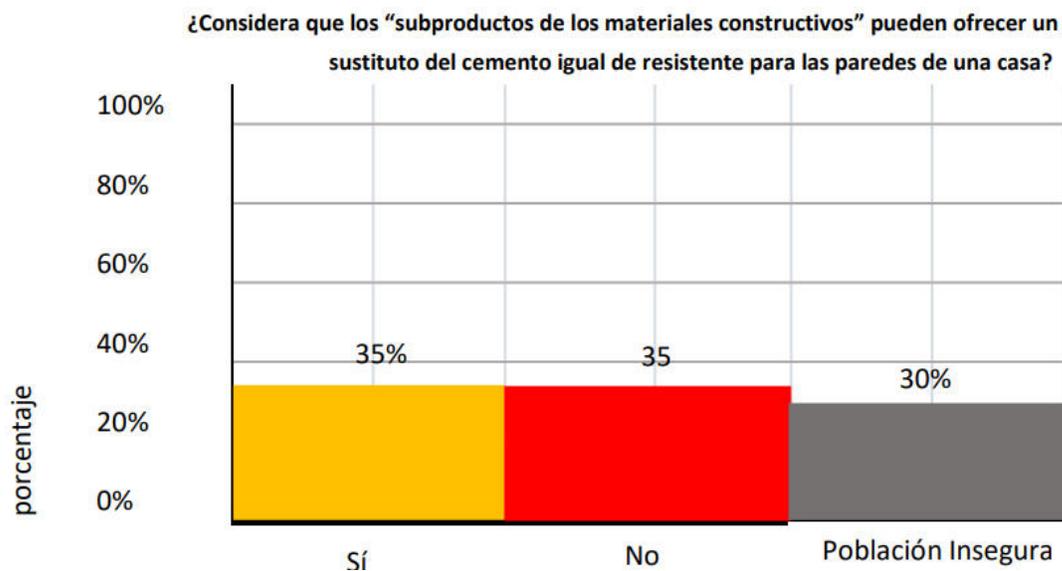


Figura 22. Resultado de encuesta. Comparación de resistencia de muro con y sin subproductos según población.



- Población insegura: acepta sólo en caso de que se le compruebe calidad/resistencia

Figura 23. Resultado de encuesta. Los subproductos y su beneficio ecológico según población.

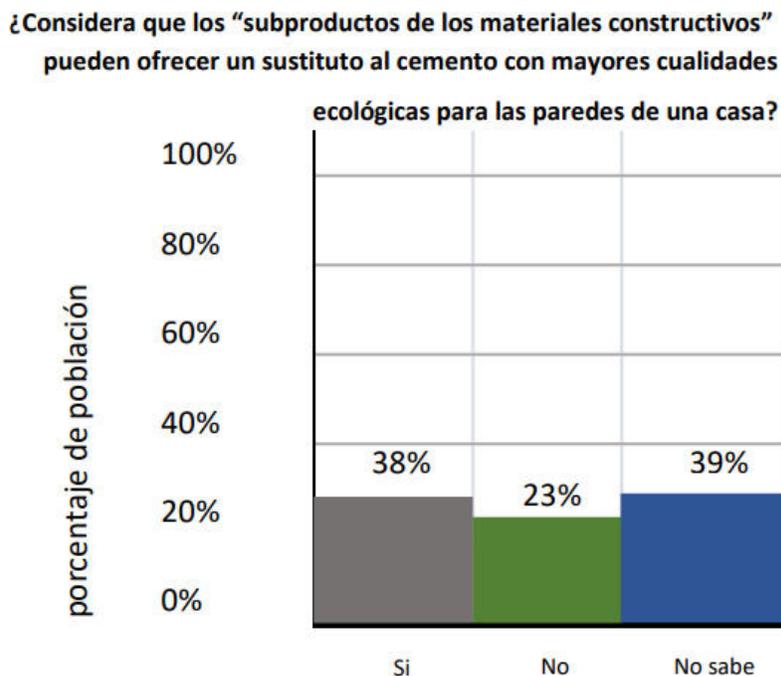
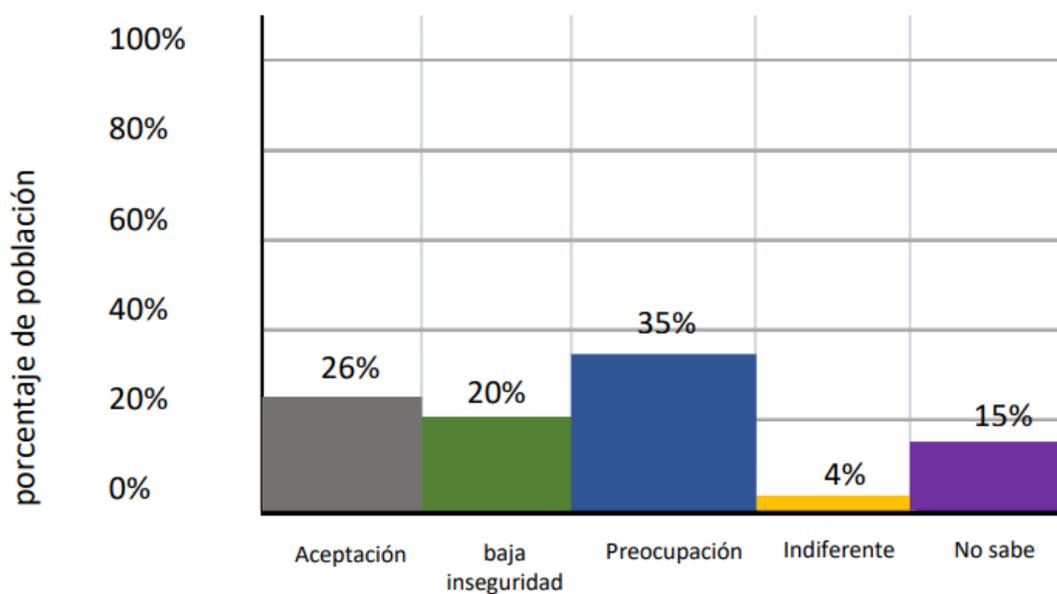


Figura 24. Resultado de encuesta. Interpretación de habitabilidad en vivienda hecha con productos sustitutos al cemento según población.

¿Cómo se sentiría si viviera en una casa hecha con productos sustitutos del cemento?



Anexo

Lista de algunos proveedores de subproductos accesibles en Monterrey y el área metropolitana.

Koprino

Ácido bórico

Actigel 208

Bióxido de titanio

cemento aluminoso

Cloruro de calcio

Colemanita

Microsilica

Minugeles

óxido de cromo verde

Grupo materias primas Mty

Aragonita carbonato de calcio

Arcilla

Arcilla activada

Arcilla activada

Arcilla blanca

Arcillas

Arcillas cerámicas

Arcillas cerámicas y refractantes

Arcillas naturales

Arcillas plásticas

Arcilla refractaria

Arena de sílice

Arena sílica

Arena sílica blanca

Arena sílica clasificada

Arena sílica granular

Arena sílica micronizada

Arena sílica para la industria del vidrio

Arenas industriales

Arenas sílicas

Asbestina

Asbestina (talco)

Barita

Barita (blanco, fijo, espato pesado, sulfato de bario)

Barita blanca

Barita blanca micronizada

Barita como aditivo para pintura

Barita micronizada

Barita sintética

Bióxido de silicio (dióxido de silicio)

Bióxido de España (oxicloruro de bismuto)

Bióxido de España (carbonato de calcio)

Blanco fijo

Blanco fijo (tierra ponderosa)

Blanco inglés (carbonato de calcio blanco)

Calcita (carbonato de calcio)

Caolín

Caolín activado

Caolín blanco calcinado

Caolín blanco m-100/200/325/60

Caolín calcinado

Caolín cerámico, cerámica refractaria

Caolín extra-blanco para pinturas

Caolín para cerámica

Caolín para pinturas y hule

Caolín para recubrimientos

Caolín recubrimientos y cargas

Caolín silicoso

Caolines

Caolines calcinados

Caolines flotados

Caolines flotados por aire

Caolines hidratados

Caolines lavados

Caolines silicosos

Carbonato de calcio (aragonita, blanco inglés, calcita, carbonato de calcio luminoso, carbonato inglés, marmolina)

Carbonato de calcio-alimentos balanceados

Carbonato de calcio blanco (blanco ingles)

Carbonato de calcio extra blanco

Carbonato de calcio granulado

Carbonato de calcio industrial

Carbonato de calcio m-100

Carbonato de calcio m-200

Carbonato de calcio m-325

Carbonato de calcio micronizado

Carbonato de calcio natural (minerales: aragonita, calcita, piedra caliza)

Carbonato de calcio natural para alimento preparado

Carbonato de calcio para fabricación de eva

Carbonato de calcio para fabricación pinturas adhesivas

Carbonato de calcio para fabricación de pinturas base solventes y agua

Carbonato de calcio para fabricación de pinturas polvo

Carbonato de calcio para fabricación plástico PVC

Carbonato de calcio para fabricación plástico

Carbonato de calcio para fabricación polifenos

Carbonato de calcio para fabricación poliuretano

Carbonato de calcio para fabricación PVC flexible

Carbonato de calcio para fabricación PVC rígido

Carbonato de calcio para generar CO2

Carbonato de calcio para fabricación plástico

Carbonato de calcio para papel

Carbonato de calcio recubierto

Carbonato de calcio tratado

Carbonato de calcio tratado para plástico

Carbonato de calcio ultrafino

Cerámica industrial

Cerámica industrial recubierto

Cerámica para acabados

Dióxido de silicio

Dióxido de silicio (bióxido de silicio)

Envases de vidrio

Envases de vidrio ambar

Envases de vidrio claros

Envases de vidrio con corcho

Envases de vidrio con rosca

Envases de vidrio con serigrafía

Envases de vidrio con tapa

Envases de vidrio de diferentes capacidades

Envases de vidrio decorados

Envases de vidrio para alimentos

Envases de vidrio para bebidas

Envases de vidrio para cerveza

Envases de vidrio para conservas

Envases de vidrio para cosméticos y perfumes

Envases de vidrio para destilados

Envases de vidrio para farmacias

Envases de vidrio para jarabes

Envases de vidrio para la industria alimentaria

Envases de vidrio para la industria cosmética

Envases de vidrio para farmacéutica

Envases de vidrio para licores

Envases de vidrio para miel

Envases de vidrio para perfumería

Envases de vidrio para salsas

Envases de vidrio para vinos

Envases de vidrio personalizados

Envases de vidrio sobre diseño

Espato pesado (varita, sulfato)

Feldespatos de potasio blanco

Feldespatos de sodio

Feldespatos sodio y potasio

Materia prima de plástico

Materia prima de plástico para la industria del plástico

Materias primas para fabricar envases

Materia prima para la industria de PVC

Materia prima para la industria del vidrio

Materia prima para mangueras de hule

Metales

Minerales

Minerales industriales

Nefelina sienita

Oxicloruro de bismuto

pastas cerámicas

Piedra caliza (carbonato de calcio)

Plásticos y materias primas

Resinas

Sílice (bióxido de silicio)

Sílice microcristalina

Sílice microlizada

Sílice molida

Sílice natural

Sílice para fundiciones

Sílice de bario precipitado

Sulfato de bario precipitado (barita)

sulfato de bario precipitado (blanco fijo, tierra ponderosa, barita sintética, blanco permanente, espato posado sintético)

Talco

Talco (asbestinal)

Talco (cerámico, para cosméticos y pinturas)

Talco blanco

Talco cerámico

Tierra ponderosa (barita sintética, blanco permanente, espato procesado sintético, sulfato de bario precipitado)

Vidrio

Vidrio para la industria

Vidrio plomo

Vidrio fabricado de vidrios

Vidrios especiales

COVIA

(Materiales industriales no tóxicos)

Arena sílica o sílice

Feldespatos potásicos

Pastas cerámicas

Feldespatos sódicos

Carbonato de calcio

Nefelina sienita

Arcillas cerámicas

Talco

Pastas cerámicas

Caolines

Alquimia Mexicana S. de R.L.

Ácidos

Alcoholes

Carbonatos

Fosfatos

Hidróxidos

cloruros

Minerales

Sulfatos

Óxidos

Solventes

Materiales Martínez del Norte S.A. de C.V.

Cal

Concreto

Marmolina

Arena

Aligerantes

Cemento

Cemento Monterrey

Crest

Hylsa

Yeso máximo

Cascajo

Block

Alambrón

Bario

Azulejo

Materiales Salinas de Norte

Materiales para construcción

Arenas sílica granito de mármol

Piedrita de Reynosa

Adoquín

Ladrillo piedra

Teja

Materiales y blocks El Paso

Cemento gris

Yeso

Crest

Block curado a vapor

Varilla corrugada

Grava

Arena

Juárez materiales

Arena

Block

Acabados

Acero

Panel

Aligerantes

Impermeabilizante

Cemento

Yeso

Adhesivos

Concretos

Teja

Mirenerex S.A de C.V.

Ácido bórico

Alúmina calcinada

Arcillas

Alúminas hidratadas

Alúminas reactivas

Ladrillo de Alúmina

Bolas de Alúmina

Arcillas

Bórax Anhidro

Bolas de Bauxita

Bórax Decahidrato

Bórax Pentahidratado

Caolín

Caolín Calcinado

Colemanita

Carbonato de Calcio

Mullitas Sintéticas

Óxidos de hierro

Feldespatos Potásico y Sódico

Rodillos Cerámicos

Talcos