



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DEL TIPO DE FIBRA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS EN EDIFICACIONES URBANAS. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA ENTRE 2010-2020

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en **Ingeniería Civil**

Autor:

Cesar Augusto Garcia Zacarias

Asesor:

Mg. Ing. Heberth Alexander Diestra Cruz

Trujillo - Perú

2020

Tabla de contenido

ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	10
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	16
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN	25
CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN.....	27
REFERENCIA.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Table 1: Características del estudio	16
Table 1: Características del estudio	16
Table 2:Características del estudio	17
Table 2:Características del estudio	17
Table 3:Matriz de registro de articulo.....	18
Table 3:Matriz de registro de articulo.....	18
Table 4:Inducción de Categorías	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1.Base de Datos Scielo	10
Figure 2.Base de Datos ScienseDirect	11
Figure 3.Base de Datos EBSCO	12
Figure 4. Base de Datos Google Académico	13
Figure 5. Base de Datos Microsoft Académico	14
Figure 6 Base de Datos	15
Figure 7: Categorías de Estudios	20

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, se elaboran ladrillos a montones debido a que la demanda por día aumenta, y esto puede generar fallas y a su vez la alteración de sus propiedades mecánicas y puede causar problemas en la edificación en el lapso de tiempo, es por ello, que se buscan incorporar distintos materiales que puedan influir de manera positiva en el ladrillo, buscando mejorar sus propiedades mecánicas. Es por eso, que se vio importante atender a este problema dando soluciones en la mejora de las propiedades mecánicas en el cual se estuvo realizando investigaciones y descubriendo nuevos materiales porque que hay mucha demanda en la utilización de arcilla, es por eso, que una novedad viene hacer el reemplazo de la arcilla por un nuevo material como el lodo. (García Ubaque, García Vaca, & Vaca Bohórquez, 2013).

Ante este problema se ha visto necesario realizar un estudio para la elaboración de esta revisión sistemática, en la que nos hemos basado en los trabajos previos y que han logrado para resolver este problema. Hay investigaciones con respecto a la utilización de residuos orgánicos, que son desechos agroindustriales, esto viene hacer un aporte interesante, ya que a pesar de que puede aportar en el mejoramiento de las propiedades mecánicas, también se puede utilizar para mitigar la contaminación ambiental. (Luna-Cañas, Ríos-Reyes, & Quintero-Ortíz, 2014). También se vio importante realizar investigaciones cuyo beneficio defiende o protege el medio ambiente, como los ladrillos ecológicos elaborado con papel reciclado (Sánchez, Guerrero, Cerna, & Gonzales, 2018). Otra investigación importante es la utilización de fibras vegetales para así obtener muros verdes dando sostenibilidad al medio ambiente y construcciones que pueden llegar a generar menores impactos (González Velandia, Sánchez Bernal, Pita Castañeda, & Pérez

Navarro, 2019). También se buscó la forma de realizar investigaciones de incorporar compuestos químicos para la elaboración del ladrillo, con este material se pudo neutralizar o remediar los impactos generados por los lodos, dando mejores resultados en las propiedades mecánicas (Díaz, Betancourt, & Martirena, 2011). Otra alternativa para mejorar las propiedades mecánica es el material y la temperatura a la cual es cocido la pasta del ladrillo, (García & Mendiola, 2015). Y por último, los ladrillos reciclables que hoy en día es importante utilizarlo es el material biogradable, ya que, podemos disminuir la contaminación del medio ambiente, obteniendo buenos resultados en las propiedades mecánicas (Akinyele, Igba, & Adigun, 2020).

La mayoría de estas investigaciones han generado beneficios positivos a las propiedades mecánicas, pero aún falta más por resolverse, como la continuidad de estas investigaciones para poder perfeccionarlas como en el caso de las fibras vegetales, en el cual se realizó las investigaciones determinando que presenta menor resistencia a la compresión, debido a la germinación que esta posee la cual requiere humedad (González Velandia, Sánchez Bernal, Pita Castañeda, & Pérez Navarro, 2019).

Es importante realizar esta investigación debido a que la mayoría de las construcciones, poseen este material en las edificaciones y es de suma importancia velar por la calidad de estas ya que puede determinar las vidas de las personas, es por eso, que se vio importante buscar la manera de mejorar las propiedades de ladrillos, incorporando todo tipos de fibra, pero claro bajo un estudio previo del material incorporado.

Sabemos que las propiedades mecánicas del ladrillo pueden variar con respecto a lo que se incorpora en la elaboración de este, como la adición de un tipo de fibra, desechos sólidos, entre otros, ya que esto determinara su comportamiento frente a los esfuerzos que se le pueden presentar. Es importante, saber que, para mejorar las propiedades mecánicas, no solo se basa en la investigación de incorporación de fibras, sino también, a la temperatura y el tiempo por lo cual es cocida la pasta. (Gómez, Blanco, & Acevedo, 2017). Cabe destacar, que para obtener un mejoramiento de las propiedades mecánicas es muy importante saber de dónde se obtiene el material, en este caso la arcilla, que viene hacer unos de los principales componentes del ladrillo. (Afanador García, Guerrero Gómez, & Monroy Sepúlveda, 2012)

El tipo de fibra que agreguemos al ladrillo influye mucho en las propiedades mecánicas, debido a que existe mucha variedad como fibras de vidrio, fibras sintéticas, fibras naturales, entre otras. Cada uno de estos tipos de fibras tienen un aporte diferente, tanto en su composición como en el porcentaje que se le agrega. En cuanto a la adición de fibras, hay investigaciones realizadas a compuestos químicos, como el carbonato de calcio, el cual su aportación dependerá del tamaño de las partículas a la que se agrega a esta mezcla y su porcentaje. (G. Cultrone & Sánchez-Ibáñez, 2018). Cabe señalar, que hay aportaciones muy buenas e interesantes como la utilización de los residuos agrícolas en la elaboración de ladrillos, que estas pueden mejorar las propiedades mecánicas, pero también dependerán del porcentaje en la que se agrega y el tamaño de las partículas. (García & Mendiola, 2015).

El mejoramiento de las propiedades mecánicas se da por dos motivos, uno por lo componentes externos, que viene a ser el material utilizado el cual dependerá del lugar donde haya

sido extraído la arcilla, la temperatura en la que es cocido la pasta, entre otros. (Moreno Quintero, Pabón Acevedo, Cely Illera, & Cely Niño, 2019). Y el segundo, es por la fibra utilizada, que estas pueden variar según su composición, según su tamaño y la cantidad en la que se agrega. (Qatta, 2012). Desde este punto de vista, podemos determinar que las fibras que se agregan, no todas pueden aportar al mejoramiento del ladrillo, pero si se puede lograr el ahorro de la producción del ladrillo manteniendo los estándares de calidad.

Debido a las constantes necesidades en las construcciones y las patologías en los ladrillos que hoy en día es un fuerte problema en toda construcción a causa de que no cumplen con los estándares de calidad, me permite realizar una revisión sistemática de este tema, lo cual me conlleva a la siguiente interrogante: ¿Cuál es la Influencia del tipo de fibra en las propiedades mecánicas de los ladrillos en edificaciones urbanas?, Existen muchas investigaciones en la incorporación de fibras en ladrillo que determinan el mejoramiento a las propiedades mecánicas.

Por ello, el objetivo de este artículo es determinar la influencia del tipo de fibra en las propiedades mecánicas de los ladrillos en edificaciones urbanas.

Dado que existen muchas construcciones en base de ladrillos que no cumplen con los requerimientos de las propiedades mecánicas para las construcciones estables, es fundamental buscar una forma de mejorar las propiedades mecánicas, sin tener que cambiar considerablemente el material que componen a los ladrillos, por eso, se va a agregar las fibras para una mejora de las propiedades mecánicas sin aumentar los costos.

Es fundamental hacer una revisión sistemática de esta área de investigación, porque se puede evaluar y analizar los últimos avances de este tema, de tal manera que podamos usar esa

información en mejorar las construcciones que mayormente utilizan materiales como el ladrillo, dando confianza a las personas que lo adquieren para la edificación de sus casas, también se podrá disminuir la contaminación ambiental, debido a que se utilizaran en la mayoría de estas investigación material biodegradable, disminuyendo en un porcentaje en la reducción de estos desechos, obteniendo ladrillos con mejoras en las propiedades mecánicas.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Para poder tener un amplio contenido de estudios ya realizados en base al tema de incorporación de fibras en el ladrillo en las edificaciones urbanas, hemos realizado una serie de pasos para obtener los documentos de cada base de datos, en el cual se expresará la importancia de cada figura usada.

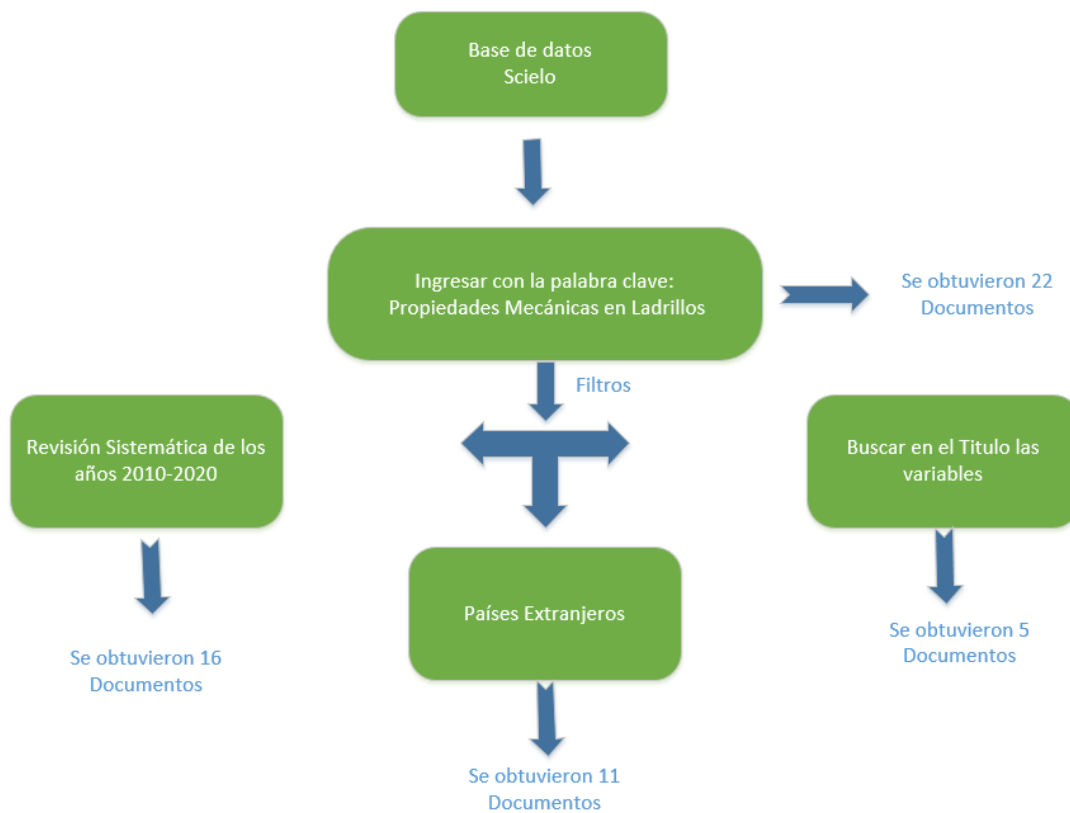


Figure 1. Base de Datos Scielo

En esta figura (Ver Figura 1), se observa los pasos para obtener los documentos de la base de datos Scielo, la cual ingresamos con la palabra clave “Propiedades Mecánicas en Ladrillo”, se obtuvieron 22 documentos entre tesis y publicaciones de revista, para no utilizar todos los documentos hemos realizado los siguientes filtros como la “Revisión Sistemática de los años 2010-2020”, obteniendo 16 documentos, luego seleccionamos “Países Extranjero” para poder tener documentos relevantes, la cual conseguimos 11 documentos y por último seleccionamos los documentos que presentan “Las variables en el título”, obteniendo 5 documentos.

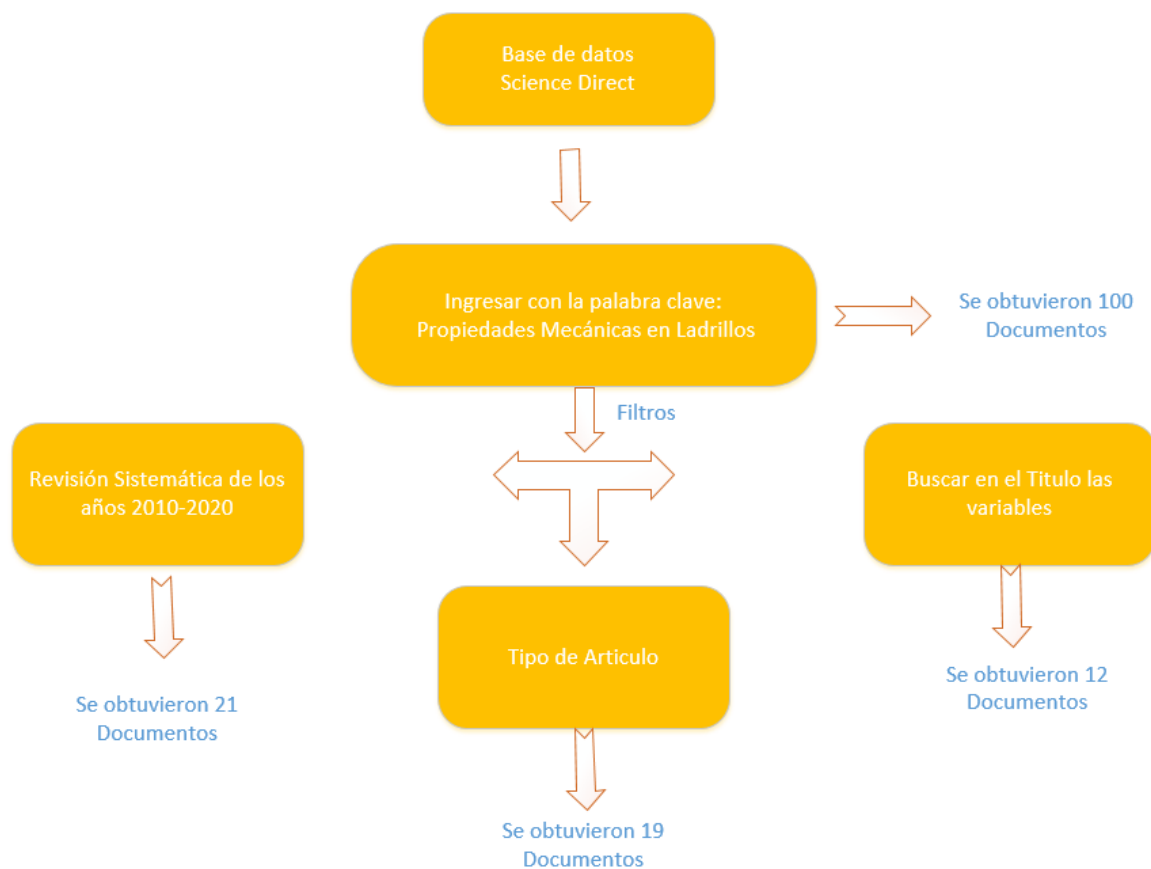


Figure 2. Base de Datos ScienceDirect

En esta figura (Ver Figura 2), se observa los pasos para obtener los documentos de la base de datos ScienceDirect, la cual ingresamos con la palabra clave “Propiedades Mecánicas en

Ladrillo”, se obtuvieron 100 documentos entre tesis y publicaciones de revista, para no utilizar todos los documentos hemos realizado los siguiente filtros como la “Revisión Sistemática de los años 2010-2020”, obteniendo 21 documentos, luego seleccionamos “Tipo de Artículo” la cual marcamos artículo de investigación obteniendo 19 documentos y por últimos seleccionamos los documentos que presentan “Las variables en el título”, obteniendo 12 documentos.

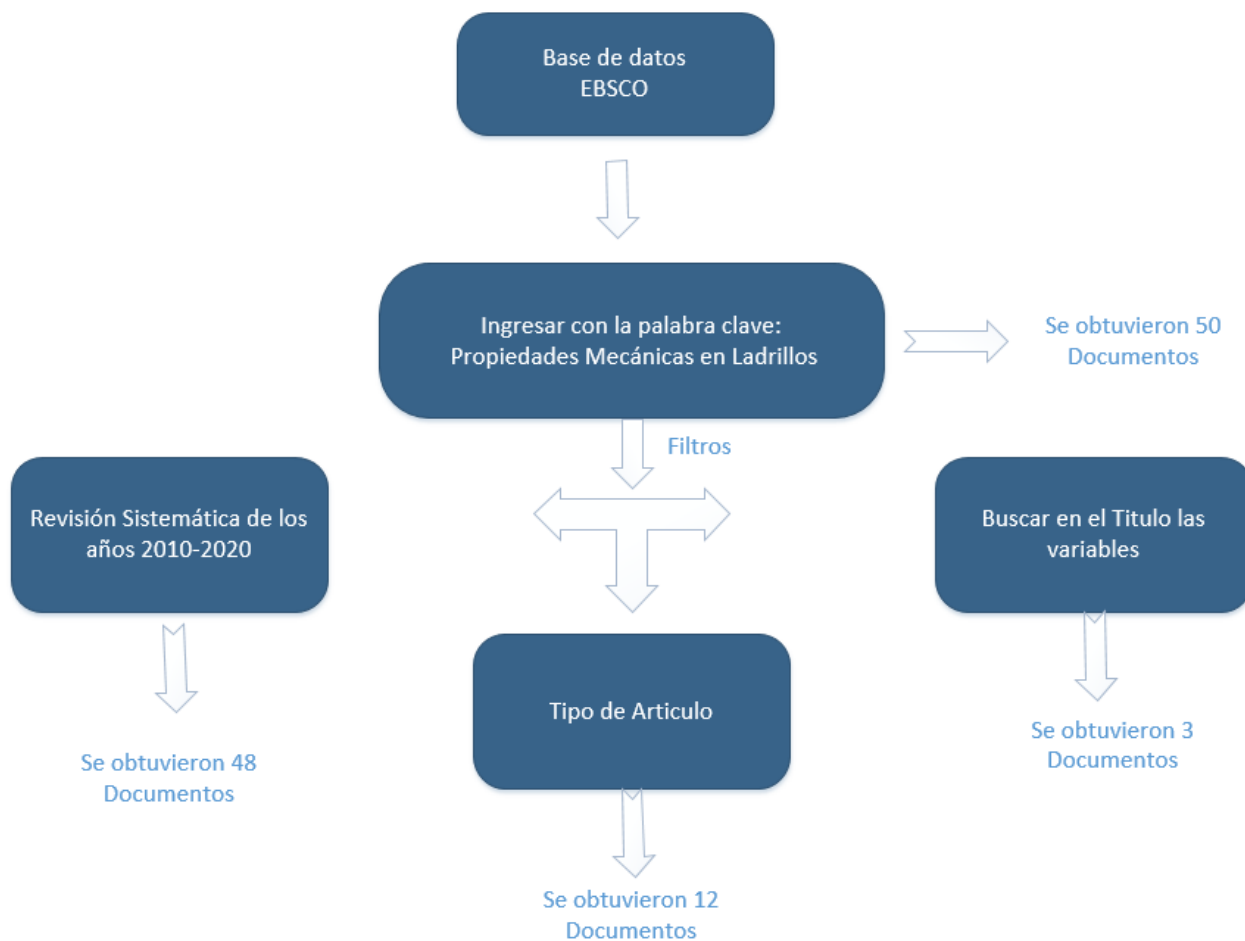


Figure 3. Base de Datos EBSCO

En este figura (Ver Figura 3), se observa los pasos para obtener los documentos de la base de datos EBSCO , la cual ingresamos con la palabra clave “Propiedades Mecánicas en Ladrillo”,

se obtuvieron 50 documentos entre tesis y publicaciones de revista, para no utilizar todos los documentos hemos realizado los siguiente filtros como la “Revisión Sistemática de los años 2010-2020”, obteniendo 48 documentos, luego seleccionamos “Tipo de Articulo” la cual marcamos publicaciones académicas obteniendo 12 documentos y por últimos seleccionamos los documentos que presentan “Las variables en el título”, obteniendo 3 documento.

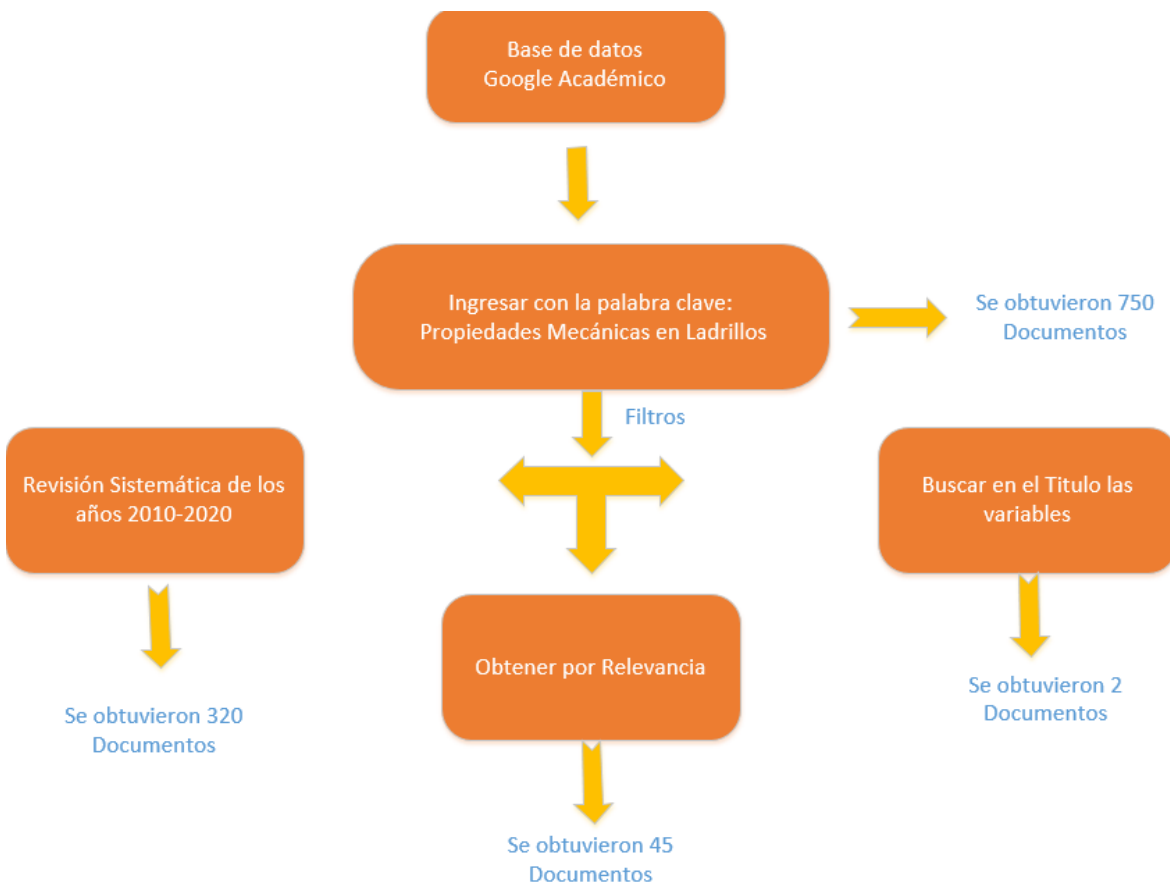


Figure 4. Base de Datos Google Académico

En esta figura (Ver Figura 4), se observa los pasos para obtener los documentos de la base de datos Google Académico, la cual ingresamos con la palabra clave “Propiedades Mecánicas en Ladrillo”, se obtuvieron 750 documentos entre tesis y publicaciones de revista, para no utilizar todos los documentos hemos realizado los siguientes filtros como la “Revisión Sistemática de los años 2010-2020”, obteniendo 320 documentos, luego seleccionamos “Obtener por relevancia” obteniendo 45 documentos y por último seleccionamos los documentos que presentan “Las variables en el título”, obteniendo 2 documentos.

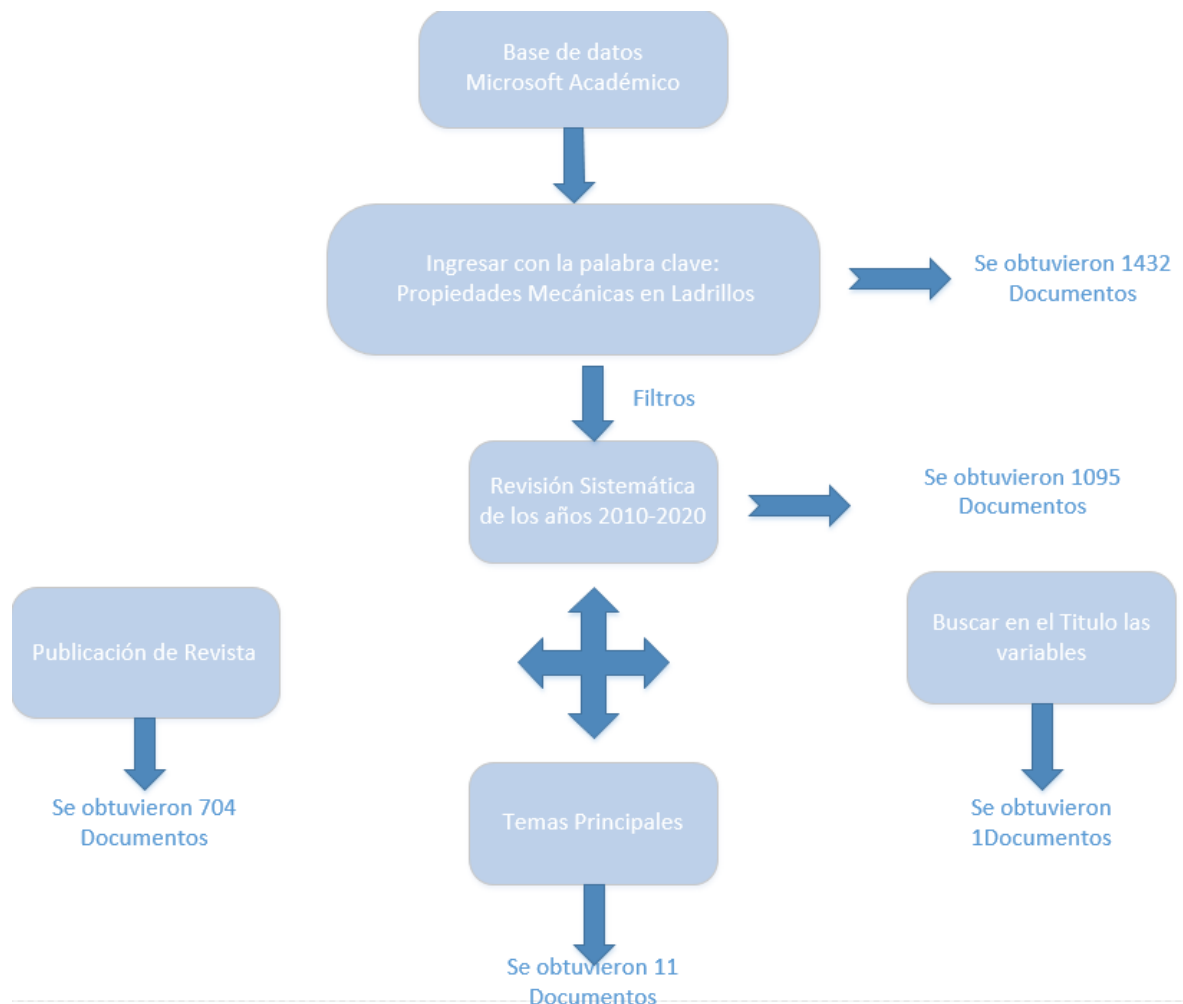


Figure 5. Base de Datos Microsoft Académico

En esta figura (Ver Figura 5), se observa los pasos para obtener los documentos de la base de datos Microsoft Académico, la cual ingresamos con la palabra clave “Propiedades Mecánicas en Ladrillo”, se obtuvieron 1432 documentos entre tesis y publicaciones de revista, para no utilizar todos los documentos hemos realizado los siguientes filtros como la “Revisión Sistemática de los años 2010-2020”, obteniendo 1095 documentos, luego seleccionamos “Obtener por relevancia” obteniendo 704 documentos, posteriormente “Temas principales” como ladrillo, cerámico, Ingeniería, Albañilería, entre otros, obteniendo 11 documentos y por último seleccionamos los documentos que presentan “Las variables en el título”, obteniendo 1 documento.

En resumen, tendremos la mayor cantidad de documentos de la base de datos de ScienceDirect con 12 papers, y la menor cantidad de documentos que viene de la base de datos Microsoft Académico con 1 papers (Figura 6)

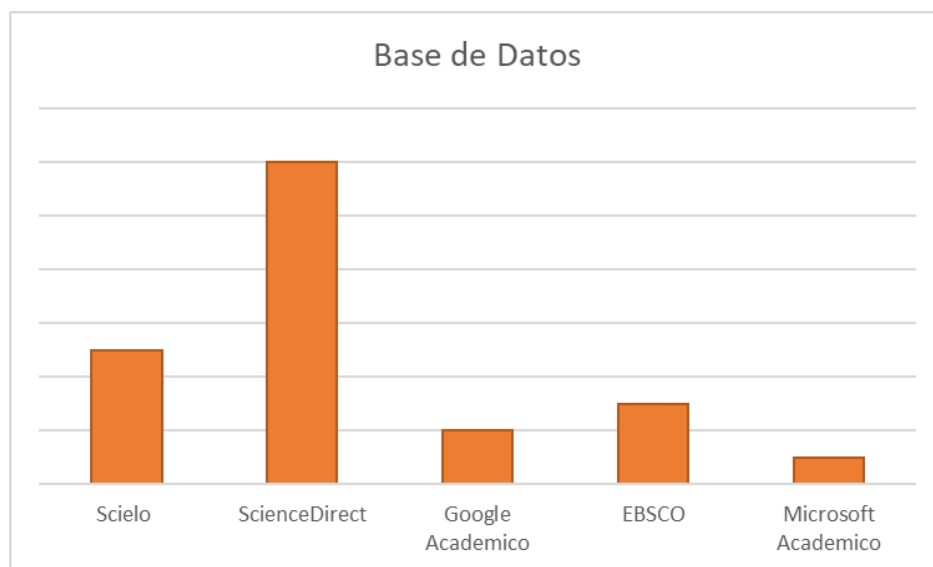


Figure 6 Base de Datos

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Al realizar la planificación de la revisión sistemática descrita anteriormente, me llevo a localizar 47 documentos que en su mayoría estaban escritas en ingles de los años de 2010 a 2020 y escogimos este idioma debido a que en ingles se publican los resultados más recientes y de más impactos en la ingeniería (Ver tabla 1).

Table 1: Características del estudio

Tipo de documento	F	%	Año de publicación	F	%	Revista de Publicación del artículo	F	%
Artículos científicos	38	80.85	2010	4	8.5	Innovaciones	47	100
Tesis	9	19.15	2011	3	6.4			
			2012	2	4.3			
			2013	2	4.3			
			2014	6	12.8			
			2015	3	6.4			
			2016	2	4.3			
			2017	2	4.3			
			2018	4	8.5			
			2019	8	17.0			
			2020	11	23.4			
TOTAL	47	100	TOTAL	47	100	TOTAL	47	100

Nota: Se seleccionaron solo 47 documentos dentro de los últimos años (2010-2020)

Tomamos la mayor cantidad de trabajo como papers porque allí se reportan los descubrimientos recientes y no tantos en las tesis, posteriormente los artículos de investigación fueron sometidos a criterios de inclusión y descarte, quedando 23 papers. En la siguiente tabla se podrá observar que en el año 2020 se tiene el mayor porcentaje de artículos publicados con un 30.4%, debido a que nos interesan los trabajos más recientes y relevantes (Ver tabla 2).

Table 3: Características del estudio

Tipo de documento	F	%	Año de publicación	F	%	Revista de Publicación del artículo	F	%
Artículos científicos	22	95.65	2010	0	0.0	Innovaciones	23	100
Tesis	1	4.35	2011	1	4.3			
			2012	2	8.7			
			2013	1	4.3			
			2014	1	4.3			
			2015	1	4.3			
			2016	0	0.0			
			2017	2	8.7			
			2018	3	13.0			
			2019	5	21.7			
			2020	7	30.4			
TOTAL	23	100	TOTAL	23	100.0	TOTAL	23	100

Nota: Se determinó 23 artículos científicos dentro de los últimos años (2010-2020)

Como se puede notarse en tabla (Ver Tabla 3), estamos utilizando papers de fuentes bibliográficas reconocidas en el área de ingeniería, sabemos que los descubrimientos más recientes se publican más en papers que en tesis, por lo tanto, tabla demuestra que estamos usando documentos originales.

Table 5: Matriz de registro de artículo

N°	BASE DE DATOS	Autor / Autores	Año	Título de artículo de investigación
1	Scielo	César Augusto García Ubaque María Camila García Vaca Martha Lucía Vaca Bohórquez	2013	Resistencia mecánica de ladrillos preparados con mezclas de arcilla y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales
2	Science Direct	Glaydson Simoes dos Reis Bogdan Grigore Cazacliu Alexis Cothenet Philippe Poullain Michaela Wilhelm Carlos Hoffmann Sampaio Eder Claudio Lima Weslei Ambros Jean-Michel Torrenti	2020	Fabrication, microstructure, and properties of fired clay bricks using construction and demolition waste sludge as the main additive
3	Science Direct	Zhuqing Dai Yunqiu Wu Linchao Hu Wenyi Zhang Linqiang Mao	2019	Evaluating physical-mechanical properties and long periods environmental risk of fired clay bricks incorporated with electroplating sludge
4	Science Direct	Aruna Ukwatta Abbas Mohajerani	2017	Characterisation of fired-clay bricks incorporating biosolids and the effect of heating rate on properties
5	Science Direct	Olga Kizinievič Viktor Kizinievič Jurgita Malaiškienė	2018	Analysis of the effect of paper sludge on the properties, microstructure and frost resistance of clay bricks
6	EBSCO	G. Cultrone V. Sánchez-Ibáñez	2018	Consolidation with ethyl silicate: how the amount of product alters the physical properties of the bricks and
7	Science Direct	Zhuqing Daia Huan Zhoua Wenyi Zhanga Linchao Hua Qingqing Huangb Linqiang Mao	2019	The improvement in properties and environmental safety of fired clay bricks containing hazardous waste electroplating sludge: The role of Na ₂ SiO ₃
8	Scielo	Yosvany Díaz Dania Betancourt Fernando Martirena	2011	Influencia de la finura de molido del carbonato de calcio en las propiedades físico mecánicas y de durabilidad de los ladrillos de cerámica roja
9	Google Academico	José Roberto Sánchez Solorzano Fabian Eloy Guerrero Medina Rigoberto Cerna Chávez Kimberly Gonzales Carbajal	2018	Ladrillo ecológico elaborado con papel reciclado: Costo y propiedades físico-mecánicas
10	Scielo	Danitza-González Krystle Sánchez-Bernal Ruth Pita-Castañeda Diber Jeannette Pérez-Navar Luisa Fernanda	2019	Caracterización de las propiedades mecánicas de un ladrillo no estructural de tierra como soporte de material vegetal en muros verdes.
11	Science Direct	J.O.Akinyele U.T.Igba B.G.Adigu	2020	Effect of waste PET on the structural properties of burnt bricks

12	Science Direct	Lukáš Fiala Petr Konrád Jan Fořt Martin Keppert Robert Černý	2020	Application of ceramic waste in brick blocks with enhanced acoustic properties
13	Science Direct	H.Slimanou D. Eliche-Quesadab S.Kherbachec N.Bouzidia A./K.Tahakourtc	2020	Harbor Dredged Sediment as raw material in fired clay brick production: Characterization and properties
14	Science Direct	Mohamad Ezad Hafez Mohd Pahrorajia Hamidah Mohd Samanb Mohamad Nidzam Rahmata Kartini Kamaruddin	2020	Properties of coal ash foamed brick stabilised with hydrated lime-activated ground granulated blastfurnace slag
15	Scielo	Lisset Maritza Luna-Cañas Carlos Alberto Ríos-Reyes Luz Amparo Quintero-Ortiz	2014	Recycling of agroindustrial solid wastes as additives in brick manufacturing for development of sustainable construction materials
16	EBSCO	G. Thalmaier Cobîrzan, N. Balog, A. A Constantinescu, H Streza, M Nasui, M Neamtu, B. V.	2020	Influence of sawdust particle size on fired clay brick properties
17	Google Academico	Eddy González García Liliana Lizárraga Mendiola	2015	Evaluación de las propiedades físico mecánicas de ladrillos de arcilla recocida, elaborados con incorporación de residuos agrícolas, caso Chiapas,
18	Scielo	Gustavo Guerrero Gómez Edwin Espinel Blanco Heller Guillermo Sánchez Acevedo	2017	Análisis de temperaturas durante la cocción de ladrillos macizos y sus propiedades finales
19	Science Direct	Savas Ozturkd Mucahit Sutcu Ertugrul Erdogmusb Osman Gencil	2019	Influence of tea waste concentration in the physical, mechanical and thermal properties of brick clay mixtures
20	Science Direct	Giuseppe Cultrone Itziar Aurrekoetxea Carmen Casado Anna Arizzi	2020	Sawdust recycling in the production of lightweight bricks: How the amount of additive and the firing temperature influence the physical properties of the bricks
21	Scielo	Nelson Afanador García Gustavo Guerrero Gómez Richard Monroy Sepúlveda	2012	Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería
22	Science Direct	Marlyn Paulina Moreno Quintero Yury Alexandra Pabón Acevedo Leonardo Cely Illera Jairo Cely Niño	2019	Influencia de la molienda húmeda en el comportamiento estructural y mecánico de productos cerámicos conformados por extrusión de una arcilla del Zulia (Norte de Santander, Colombia)
23	Microsoft Academic	Haqi Ismael Qatta	2012	Improvement of the Mechanical and Thermal Properties of Clay Bricks by Using Local Materials in Iraq

Nota: Esta matriz nos muestra los artículos ya seleccionados de acuerdo con los criterios de inclusión.

Luego realizaremos una figura en la que se podrá observar las categorías generados por el tema de la revisión sistemática (Figura 7)

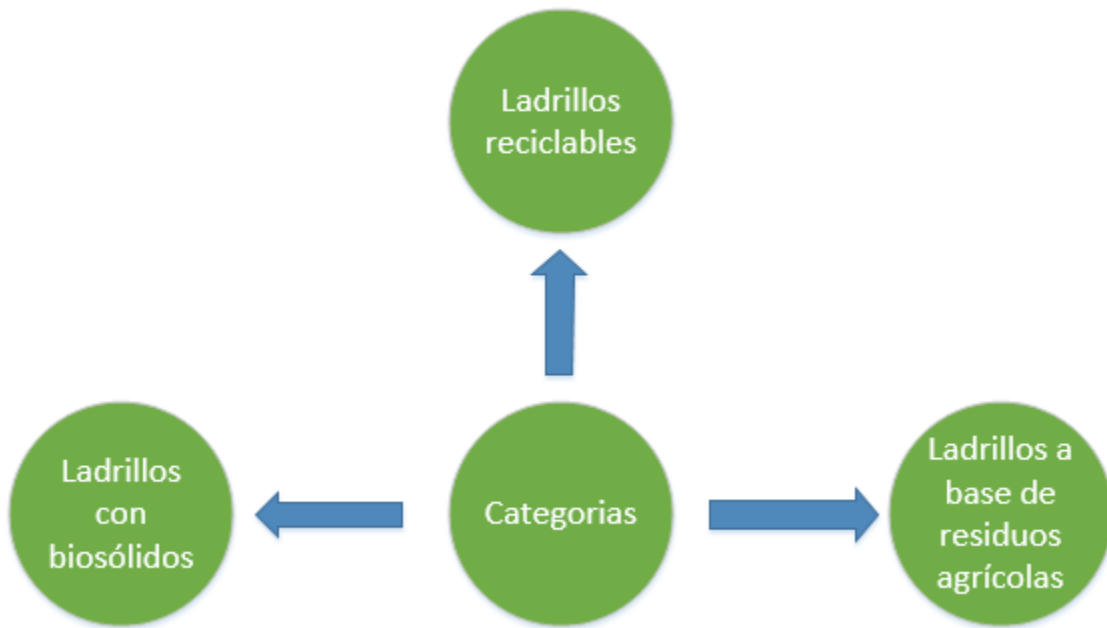


Figure 7: Categorías de Estudios

Table 7: Inducción de Categorías

Ladrillos con Biosólido	<p>Una de las investigaciones nos señala que la comparación entre el lodo PTAR y la arcilla, mediante Análisis de Difracción de Rayos X, dando resultado que este material suplente puede tener una estabilidad a las temperaturas altas, dándonos seguridad al momento de generar el ladrillo. (García Ubaque, García Vaca, & Vaca Bohórquez, 2013).</p>
	<p>Debemos tener en cuenta que las propiedades de un ladrillo van a variar con respecto a la distribución de tamaño de partículas y por el lugar de extracción de las materias primas, entre más finas sean, podrían ayudar en la calidad del ladrillo en términos de propiedades físicas, como aumentar la plasticidad cuando se humedece. (dos Reis, Cazacliu, Cothenet, Poullain, Wilhelm, Sampaio, Lima, Ambros, y Torrenti, 2020).</p>
	<p>Se vio la forma de combatir el lodo de galvanoplastia, siendo este un residuo peligroso para el medio ambiente, en el cual se buscó la forma de incorporar en los ladrillos de una forma efectiva de consumirlo, aumentando la porosidad y la absorción de agua, pero aun así pudo cumplir con la resistencia a la compresión requerida. (Dai, Wu, Hu, Zhang, & Mao, 2019).</p>
	<p>También se evaluaron la incorporación de biosólido, pero con diferentes velocidades de calentamiento, producto de esto se obtuvieron ladrillos livianos que cumplían con los estándares. (Ukwatta & Mohajerani, 2017).</p>
	<p>Uno de los principales beneficios del lodo de papel, es que presentan fibra celulosa y calcita, la cual mezclada con los componentes del ladrillo, tienden a reducir la contracción de los ladrillos y produciendo ladrillos resistentes a los climas fríos. (Kizinievič, Kizinievič, & Malaškieñė, 2018)</p>
	<p>Algunos de estos estudios como el silicato de etilo, nos proporcionó aumento en compactibilidad en los ladrillos y disminución de porosidad, dando solidez frente al envejecimiento acelerado. (G. Cultrone & Sánchez-Ibáñez, 2018)</p>
	<p>Igualmente, se utilizan para remediar los impactos negativos producido por los lodos de galvanoplastia, al incorporar Na_2SiO_3 mejoro las propiedades mecánicas y la seguridad ambiental, también disminuyo la absorción de agua y promovió sustancialmente la resistencia a la compresión. (Dai, Zhou, Zhang, Hu, Huang, & Mao, 2019)</p>
	<p>Así mismo, existe una investigación que determinan que al incorporar finura de carbonato de calcio, mayores a $297\mu\text{m}$, esta tiende a afectar negativamente a las propiedades mecánicas, en el cual no se aprecian diferencias en los ensayos de resistencia a la compresión. (Díaz, Betancourt, & Martirena, 2011)</p>

<p>Ladrillos Reciclables</p>	<p>En la elaboración de ladrillo con papel, en este método de la observación científica, se necesita un valor mínimo de energía ya que no requieren cocción, obteniendo valores favorables. (Sánchez, Guerrero, Cerna, & Gonzales, 2018)</p>
	<p>Pero no solo se encontraron avances para disminuir la contaminación ambiental, sino también se logró la incorporación de fibras vegetales secas, dando una sostenibilidad al medio ambiente. Se pudo crear ladrillos con fibra vegetal logrando alcanzar valores bajos en las propiedades mecánicas y también se pudo alcanzar la germinación del material vegetal, dando estabilidad a los ladrillos a través de las redes que se crean entre las raíces. (González Velandia, Sánchez Bernal, Pita Castañeda, & Pérez Navarro, 2019)</p>
	<p>Al utilizar los plásticos como una adición a la arcilla en ladrillos cocidos, estas deben presentar menor proporción de PET, debido a que las altas temperaturas estas se pueden desintegrar. (Akinyele, Igba, y Adigu, 2020).</p>
	<p>También se utilizaron los residuos generados por los mismos escombros de ladrillos, incorporando distinta dosis como relleno a granel en los ladrillos modificados, este estudio pudo mejorar las propiedades acústicas en los ladrillos. (Fiala, Konrád, Fořt, Keppert, & Černý, 2020).</p>
	<p>Por otro lado, se pudo sustituir la arcilla por sedimentos dragados de puertos, en el cual se realizó estudios demostrando que la composición química de ambos es similar, la cual permitió utilizar diferentes proporciones entre 15%-20%, en el cual se obtuvo aumento de las propiedades mecánicas y se podría utilizar estos ladrillos como materiales aislantes.(Slimanou, Eliche-Quesada, Kherbache, Bouzidi, & Tahakourt, 2020)</p>
	<p>Se realizó investigaciones con respecto a la utilización de las cenizas de carbón SiO₂ y la cal hidratada, que viene a hacer un elemento que contribuye a la dureza y la cal actúa como un catalizador para el desarrollo de la resistencia, en el cual se obtuvieron buenos resultados en la elaboración de ladrillos, aumentando su resistencia a la compresión. (Mohd Pahroraji, Mohd Saman, Rahmat, & Kamaruddin, 2020)</p>

Ladrillos a base de Residuos Agrícolas	<p>Las investigaciones a esta área nos determinan que es factible utilizar diferentes porcentajes de residuos, pero no todos tienen la misma resistencia a temperaturas altas, quedando, demostrando que son pocos los que pueden aportar beneficios a las propiedades mecánicas. (Luna-Cañas, Ríos-Reyes, & Quintero-Ortíz, 2014).</p>
	<p>Cabe señalar que también influye mucho el tamaño de las partículas, las cuales son mezcladas con la pasta del ladrillo. Al aumentar el tamaño de las partículas, los poros más grandes actúan como sitios de inicio de grietas, haciendo que la resistencia a la compresión disminuye. (Thalmaier, Balog, Constantinescu, Streza, Nasui, y Neamtu, 2020).</p>
	<p>En otra investigación, nos determina el tipo de ladrillo que quieras tener (estructural o tabiquería), ya que, para la obtención de estos dependerá de la temperatura de cocción, pudiendo así adicionar el porcentaje requerido. (García & Mendiola, 2015).</p>
	<p>También se realizó investigaciones con respecto a cómo influye la temperatura a la cual es cocido el ladrillo y la materia prima que viene hacer la arcilla, esto varía según el lugar de extracción, debido a que los componentes de la cantera varían, determinando que los bloques que superan los 1000°C obtuvieron mejoras en las propiedades mecánicas. (Gómez, Blanco, Acevedo, 2017)</p>
	<p>Se realizó investigaciones con respecto a los desechos de té para poder mejorar las propiedades mecánicas, cuando utilizamos menos del 10% de este aditivo tendremos ladrillos que se pueda usar para aplicaciones estructurales, mientras que si aumentamos esta proporción tendremos ladrillos con fines de aislamiento térmico. (Ozturk, Sutcu, Erdogmus, & Gencil, 2019)</p>
	<p>Por otro lado, se realizó investigaciones con la adición de aserrín para obtener ladrillos livianos, en el cual, se pudo obtener ladrillos resistentes con el 2.5% de aserrín y con una temperatura de 1100°C. (Giuseppe Cultrone, Aurrekoetxea, Casado, & Arizzi, 2020)</p>

Nota: En la presente tabla se observa la clasificación del estudio por categorías y que es lo que nos aporta cada una de ellas.

En la primera categoría “Ladrillo con Biosólidos” nos demuestra los últimos avances que se realizaron con los ladrillos, es justamente la incorporación de biosólidos en ellos, que viene a ser una buena alternativa para el reemplazo de la arcilla, ya que esta materia prima es muy utilizada para la elaboración del ladrillo, es por eso que se usara los lodos provenientes de las plantas de tratamiento de agua residuales, esto puede generar impactos negativos por lo que se utilizara compuestos químicos para contrarrestar este efecto, cabe señalar que los resultados obtenidos en este tema van a variar, debido a que la extracción de estas materias primas es de distintos lugares, cambiando tanto su composición de cada una de esta.

En la segunda categoría “Ladrillos Reciclables” aporta un tema de vital importancia de hoy en día, ya que uno de las contaminaciones como el exceso de material no biodegradable, como los plásticos, bolsas, entre otros han afectado al medio ambiente y se ha visto un gran desafío para combatirlo, por lo que se hicieron varias investigaciones con respecto a este tema. Cabe señalar, que la mayoría de estos ladrillos no se utilizan para muros portantes, ya que no se someten al proceso de cocción, pero si se vuelve resistente en cuanto a la erosión.

En la última categoría “Ladrillos a base de Residuos Agrícolas” nos brinda una gran variedad de utilizar residuos agroindustriales que se desechan, el cual podemos reducir el impacto ambiental, logrando obtener resultados positivos en las propiedades mecánicas del ladrillo. Por lo que, también influirá la variación de temperatura, debido a que los residuos tienen distintas propiedades y no todos podrán soportan las altas temperaturas.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

Este trabajo analizó una revisión sistemática de los últimos 10 años con respecto al tema de la influencia del tipo de fibra en las propiedades mecánicas, el cual fue clasificado por temas en común, el primer tema fue Ladrillo con Biosólidos, en donde la relevancia de estos trabajos nos dice la importancia de realizar estas investigaciones, determinando la aprobación de esta materia, a través de métodos científicos, en el cual determinan que es apto para el reemplazo de la arcilla, podemos trabajar con esta materia prima siempre cuando se cumpla con los rangos establecidos, una de ellas viene hacer la cantidad que se agrega, que son de rango menores de 10%-20%. En el segundo tema de Ladrillos reciclables nos determina la importancia de realizar esta investigación, debido a que se usan los residuales de las construcción y demolición, que para tener mayores resultados en las propiedades mecánicas se debe utilizar una proporción de 70 % de los residuos con un 30% de arcilla, esto debido a que se evaluaron sus propiedades mecánicas de los residuos, demostrando tener un material arcilloso y arena limoso, la cual, si aumentamos la dosificación obtendremos un ladrillo poco eficaz por lo que no se recomienda la preparación de altas concentraciones de residuos debido a que se destruye la unión entre particular haciendo que el producto del ladrillo se vuelva débil . Se observó que los tamaños de las partículas de los residuos, son más delgadas que los del material terrestre, la cual nos proporciona que serán más unidos y podrán soportar más el efecto de la resistencia a la compresión. Para determinar las propiedades del ladrillo, se ven afectados por muchos factores, en esta investigación por fines de toma de datos se utilizará ladrillo de forma cilíndrica, la cual, debemos saber que los resultados de la resistencia a la compresión serán un poco más altos para los ladrillos con forma cubica en comparación con

los cilindros. En este rango, se presentó la mayor resistencia a la compresión con un 16.8 MPa. Concluyendo que el residuo de la demolición es una excelente materia prima que se puede utilizar en los ladrillos y por lo tanto se puede emplearse en el sector de la construcción. Por último, es importante realizar la investigación de ladrillo agroindustriales ya que nos determinó que no todos los residuos se pueden utilizar, debido a que no soportan las altas temperaturas y las que quedan, si se pueden utilizar, pero de poca proporción. La investigación nos permite trabajar con un 4% de estos residuos para poder obtener la resistencia a la compresión mínima, se debe utilizar esta cantidad de residuos porque al aumentar la cantidad de estas, se produce la reducción de la resistencia a la compresión. Otro factor que involucra a la resistencia a la compresión viene hacer las temperaturas a la cual es cocinado el ladrillo, debido a que, si aumentamos la temperatura, obtenemos mayor resistencia, pero no podemos aplicar al límite la temperatura debido a que podemos incinerar los residuos, provocando contaminación al producto.

CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN

En conclusión, se determina que para un mejor funcionamiento ente biosólidos y arcilla, se debe de trabajar con un rango de 10% a 20% dando estabilidad y sostenibilidad al ladrillo, aparte de que conseguimos reducir la contaminación ambiental, logramos reducir la utilización de la arcilla, este tema de investigación se relaciona con la utilización de productos químicos, en la que estas se utilizan para reducir los efectos negativos que producen los lodos, obteniendo mejor calidad en las propiedades mecánicas. En la utilización de los ladrillos reciclables, es aquí donde se obtuvieron los mayores resultados, debido a que utilizamos un 70 % de residuos de construcción, que, en comparación con los otros artículos, no logran un gran porcentaje debido a varios factores, como en la utilización de plásticos, que estas se pueden destruir a medida que se va elevando la temperatura, los residuos de construcción presenta una gran riqueza de arcilla, es por eso que se utiliza mayor cantidad, este efecto también pasa para la otra categoría, en la las que no soportan grandes temperaturas debido a que se puede incinerar, contaminando el ladrillo, es por eso, que se trabajara con menor porcentaje logrando las resistencias mínimas según las normas, llegando a decir que fibras que más aportan para obtener mejor resultados en las propiedades mecánicas son las naturales o reciclables, aportando también a la sostenibilidad del medio ambiente.

REFERENCIA

- Afanador García, N., Guerrero Gómez, G., & Monroy Sepúlveda, R. (2012). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 22(1), 43. <https://doi.org/10.18359/rcin.248>
- Akinyele, J. O., Igba, U. T., & Adigun, B. G. (2020). Effect of waste PET on the structural properties of burnt bricks. *Scientific African*, 7, e00301. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00301>
- Cultrone, G., & Sánchez-Ibáñez, V. (2018). Consolidation with ethyl silicate: How the amount of product alters the physical properties of the bricks and affects their durability. *Materiales de Construcción*, 68(332), 173. <https://doi.org/10.3989/mc.2018.12817>
- Cultrone, Giuseppe, Aurrekoetxea, I., Casado, C., & Arizzi, A. (2020). Sawdust recycling in the production of lightweight bricks: How the amount of additive and the firing temperature influence the physical properties of the bricks. *Construction and Building Materials*, 235, 117436. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117436>
- Dai, Z., Wu, Y., Hu, L., Zhang, W., & Mao, L. (2019). Evaluating physical-mechanical properties and long periods environmental risk of fired clay bricks incorporated with electroplating sludge. *Construction and Building Materials*, 227, 116716. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116716>
- Dai, Z., Zhou, H., Zhang, W., Hu, L., Huang, Q., & Mao, L. (2019). The improvement in properties and environmental safety of fired clay bricks containing hazardous waste electroplating sludge: The role of Na₂SiO₃. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1455-1463. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.274>
- Díaz, Y., Betancourt, D., & Martirena, F. (2011). *Influencia de la finura de molido del carbonato de calcio en las propiedades físico mecánicas y de durabilidad de los ladrillos de cerámica roja Influence*

of grinding fineness of calcium carbonate on physic- chemical properties and durability on red ceramic bricks. 26, 15.

dos Reis, G. S., Cazacliu, B. G., Cothenet, A., Poullain, P., Wilhelm, M., Sampaio, C. H., ... Torrenti, J.-M. (2020). Fabrication, microstructure, and properties of fired clay bricks using construction and demolition waste sludge as the main additive. *Journal of Cleaner Production, 258*, 120733.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120733>

Fiala, L., Konrád, P., Fořt, J., Keppert, M., & Černý, R. (2020). Application of ceramic waste in brick blocks with enhanced acoustic properties. *Journal of Cleaner Production, 261*, 121185.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121185>

García, E. G., & Mendiola, L. L. (2015). *Evaluación de las propiedades físico mecánicas de ladrillos de arcilla recocida, elaborados con incorporación de residuos agrícolas, caso Chiapas, México. 12.*

García Ubaque, C. A., García Vaca, M. C., & Vaca Bohórquez, M. L. (2013). Resistencia mecánica de ladrillos preparados con mezclas de arcilla y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales. *Revista Tecnura, 17*(38), 68.

<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2013.4.a05>

Gómez, G. G., Blanco, E. E., & Acevedo, H. G. S. (2017). Análisis de temperaturas durante la cocción de ladrillos macizos y sus propiedades finales. *Tecnura, 21*(51), 118-131.

<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.1.a09>

González Velandia, K. D., Sánchez Bernal, R., Pita Castañeda, D. J., & Pérez Navarro, L. F. (2019).

Caracterización de las propiedades mecánicas de un ladrillo no estructural de tierra como soporte de material vegetal en muros verdes. *Ingeniería Investigación y Tecnología, 20*(3), 1-9.

<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2019.20n3.030>

- Kizinievič, O., Kizinievič, V., & Malaiškienė, J. (2018). Analysis of the effect of paper sludge on the properties, microstructure and frost resistance of clay bricks. *Construction and Building Materials*, 169, 689-696. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.024>
- Luna-Cañas, L. M., Ríos-Reyes, C. A., & Quintero-Ortiz, L. A. (2014). Recycling of agroindustrial solid wastes as additives in brick manufacturing for development of sustainable construction materials. *DYNA*, 81(188), 34-41. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n188.39717>
- Mohd Pahroraji, M. E. H., Mohd Saman, H., Rahmat, M. N., & Kamaruddin, K. (2020). Properties of coal ash foamed brick stabilised with hydrated lime-activated ground granulated blastfurnace slag. *Construction and Building Materials*, 235, 117568. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117568>
- Moreno Quintero, M. P., Pabón Acevedo, Y. A., Cely Illera, L., & Cely Niño, J. (2019). Influencia de la molienda húmeda en el comportamiento estructural y mecánico de productos cerámicos conformados por extrusión de una arcilla del Zulia (Norte de Santander, Colombia). *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 58(5), 190-198. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2019.01.001>
- Ozturk, S., Sutcu, M., Erdogmus, E., & Gencil, O. (2019). Influence of tea waste concentration in the physical, mechanical and thermal properties of brick clay mixtures. *Construction and Building Materials*, 217, 592-599. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.114>
- Qatta, H. I. (2012). *Improvement of the Mechanical and Thermal Properties of Clay Bricks by Using Local Materials in Iraq*. 20.
- Sánchez, J., Guerrero, F., Cerna, R., & Gonzales, K. (2018). Ladrillo ecológico elaborado con papel reciclado: Costo y propiedades físico-mecánicas. *CONOCIMIENTO PARA EL DESARROLLO*, 9(2), 29-34.

- Slimanou, H., Eliche-Quesada, D., Kherbache, S., Bouzidi, N., & Tahakourt, A. /K. (2020). Harbor Dredged Sediment as raw material in fired clay brick production: Characterization and properties. *Journal of Building Engineering*, 28, 101085. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.101085>
- Thalmaier, G., Cobîrzan, N., Balog, A. A., Constantinescu, H., Streza, M., Nasui, M., & Neamtu, B. V. (2020). Influence of sawdust particle size on fired clay brick properties. *Materiales de Construcción*, 70(338), 215. <https://doi.org/10.3989/mc.2020.04219>
- Ukwatta, A., & Mohajerani, A. (2017). Characterisation of fired-clay bricks incorporating biosolids and the effect of heating rate on properties of bricks. *Construction and Building Materials*, 142, 11-22. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.047>