

**REVISION TEÓRICA DEL ESTUDIO COMPARATIVO EN BLOQUES DE ARCILLA
Y CÁÑAMO INDUSTRIAL COMO ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN
SOSTENIBLE.**

**THEORETICAL REVIEW OF THE COMPARATIVE STUDY ON CLAY BLOCKS
AND INDUSTRIAL HEMP AS AN ALTERNATIVE FOR SUSTAINABLE
CONSTRUCTION.**

VALENTINA MANCERA LEÓN

Valentinamancera@usantotomas.edu.co

Resumen: La presente monografía tiene como objetivo realizar una revisión teórica acerca de la comparación entre una propuesta innovadora como son los ladrillos ecológicos hechos a base de cáñamo industrial y los convencionales a base de arcilla. Tras realizar el proceso investigativo se identificaron las diferentes ventajas y desventajas y los puntos más relevantes a nivel económico para ambos ladrillos, dando como resultado un alto rendimiento para estos dos materiales de estudio; Es así, como se concluye que el ladrillo convencional aunque ha sido uno de los materiales de construcción más importantes alrededor del mundo, hoy en día debido al acelerado deterioro ambiental, se busca implementar alternativas ecológicas que puedan sustituir a diferentes materiales existentes, sin dejar de lado los requerimientos mínimos de seguridad, eficiencia y comodidad.

Palabras clave: Alternativa ecológica, cáñamo industrial, ladrillo de arcilla, ladrillos ecológicos, propiedades físico-mecánicas.

Abstract: This monograph aims to carry out a theoretical review about the comparison between an innovative proposals such as ecological bricks made from industrial hemp and conventional ones based on clay. After carrying out the investigative process, the different advantages and disadvantages and the most relevant points at an economic level for both bricks were identified, resulting in a high performance for these two study materials; This is how it is concluded that conventional brick, although it has been one of the most important

construction materials around the world, today due to the accelerated environmental deterioration, it is sought to implement ecological alternatives that can replace different existing materials, without ceasing to side the minimum requirements of safety, efficiency and comfort.

Keywords: Ecological alternative, industrial hemp, clay brick, ecological bricks, physical-mechanical properties.

1. INTRODUCCIÓN

En el sector de la construcción uno de los materiales más utilizados es el ladrillo convencional hecho a base de arcilla debido a que se encuentra en el 90% de las construcciones en la actualidad, sin embargo, su producción representa un impacto negativo severo en la calidad del aire por la quema de combustibles fósiles y el derrame a las fuentes hídricas superficiales, adicionalmente en su proceso productivo se genera alta demanda de energía y consumo de recursos como combustibles; el alto impacto ambiental en las ladrilleras se genera por la producción de contaminantes como el carbono negro que se da en el proceso de combustión donde son empleados los hornos de cal y de ladrillo, esta actividad representa aproximadamente el 9% de la contaminación atmosférica global. Debido a que es un material de producción masiva al incrementar la producción, se reduce la esperanza de vida, se aumentan los problemas respiratorios y son los causantes del grave deterioro climático. [1]

En la actualidad a nivel mundial se empiezan a usar materiales ecológicos con el fin de mejorar los procesos productivos a través del cambio en la materia prima, incorporando nuevas tecnologías que mejoren la eficiencia y prevengan daños a la salud y el ambiente. Los ladrillos ecológicos producidos con fibra de cáñamo son considerados una alternativa amigable con el medio ambiente, que ofrece los mismos beneficios que un ladrillo convencional, pero con ventajas comparativas como aislamiento térmico, acústico, cumple con la normatividad de sismo resistencia en Colombia, no necesita ningún horno en su fabricación y este compuesto por materiales menos dañinos que el tradicional. [2]

2. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

2.1 Etapa uno: propiedades físico - mecánicas de cada bloque de estudio.

Para la elaboración de este material constructivo, es necesario comprender ciertas particularidades fundamentales en el proceso de transformación de los insumos de la siguiente manera: extracción de los principales componentes en cada bloque, proceso constructivo y las características mecánicas proporcionadas por diversos autores en el ámbito de la mampostería estructural, esto con el fin de evidenciar y sintetizar las diferencias entre ambos bloques de estudio.

2.1.1 Extracción del material

2.1.1.1 Cáñamo industrial: La semilla de cáñamo industrial puede llegar a ser bastante sensible a la humedad del suelo durante la siembra, sin embargo, este rasgo aún no está cuantificado de manera precisa, pero puede llegar a mejorar la práctica [3] Las semillas deben ser plantadas en el suelo con una humedad adecuada para estimular la rápida germinación. La temperatura adecuada del suelo es de ≥ 50 grados F y la humedad a la hora de plantar ayuda a conseguirla [3]. La profundidad recomendada de plantación no debe ser superior a 1 pulgada y además la semilla debe ser perforada en un labrado convencional o en un protocolo de no labrado.[3].

Este material cuenta con características que hacen del mismo un cultivo que cuida el ambiente, puesto que la planta del cáñamo industrial bio-almacena el carbón; es decir que mientras el cultivo está en la tierra, puede absorber el carbón por un proceso denominado “bio-captura” [4]; esto gracias a que la planta, posee en sus raíces una cualidad de absorción de metales pesados que llegan a captar el carbón que se encuentre en el suelo [4]. Convirtiéndose así en una alternativa ecológica que genera valor agregado a partir de sus ventajas desde su proceso de producción al cambio climático que atraviesa el planeta [4].

2.1.1.2 Arcilla: La extracción de arcilla es una de las formas más impactantes de la minería, ya que generalmente se realiza a cielo abierto y en áreas cercanas a recursos hídricos, lo que genera a su vez un alto deterioro en la flora y fauna del lugar de extracción.[5]; por lo regular, los lugares más recomendados para la explotación de este insumo son terrenos bajos, aluviales y en forma de valle, siempre asociados a un cuerpo de agua como río, laguna, arroyo, que causa impactos en estos recursos más allá del suelo, relieve, aire e impactos visuales negativos por la caracterización estética errónea del paisaje original. [6]. Esto significa que, en el desarrollo de las actividades, se deben establecer las condiciones de este material en cuanto a zonas de amortiguación, para saber si son explotables o no.

2.1.2 Proceso productivo

2.1.2.1 Cáñamo industrial: El ciclo de vida de estos bloques tiene cuatro etapas principales que corresponden a producción, transformación, recuperación y aplicación [7]

- **Producción:** Es el proceso en el cual se lleva a cabo el mezclado de los componentes con el agua, elaborando el mortero base del bloque.
- **Transformación:** Se dosifica el mortero base y se introduce en una prensa que permite obtener el bloque requerido. Se aísla el bloque de cualquier condición climática existente durante 28 días.
- **Recuperación:** El bloque anterior puede ser molido y reutilizado para la producción de nuevos bloques.
- **Aplicación:** Es un material aplicable a la elaboración de muros estructurales, tabiquerías interiores, muros de entramado de madera, muros de fachada, muros decorativos sin revestir, entre otras.

2.1.2.2 Arcilla: Los procedimientos de producción son complejos, partiendo de la extracción minera para la arcilla y el carbón, este consiste en cinco fases fundamentales que son: extracción, preparación de arcillas, moldeo, secado y cocción. [8]

- **Extracción minera:** Consiste en la recopilación de material arcilloso, generalmente de minas, o canteras a cielo abierto.

- **Preparación de arcillas:** La arcilla es dejada al aire libre para favorecer la desintegración de esta, luego se mezcla con arena, dejándose en reposo en un proceso denominado “envejecimiento” que favorece la elaboración de los ladrillos.
- **Moldeo:** Esta operación no es riesgosa con el medio ambiente, ya que la rotura de los materiales se realiza por rozamiento y no por impacto.
- **Secado:** Consiste en la exposición de los ladrillos a temperatura ambiente.
- **Cocción:** Cabe resaltar que es el proceso de mayor impacto ambiental en todo el ciclo, ya que es necesario un alto contenido de carbón y quema de combustible. Se inicia con una quema de madera, para generar los gases calientes que causaran el cocido de los ladrillos de arcilla y lo llevaran a ser ladrillos refractarios. Se continúa con la quema de madera dos días continuos (día y noche) y finalmente, se suspende la quema y se inicia el periodo de enfriamiento que toma dos días.

2.1.3 Características físico-mecánicas

Las propiedades físicas de los ladrillos se refieren al conjunto de características basadas principalmente en la estructura del material, las cuales se obtienen sin transformar su composición; estas propiedades son visibles y medibles [9]. De acuerdo con la NTC 4051, entre estas propiedades se encuentran las dimensiones, forma, color, entre otros. [10].

Las propiedades mecánicas de los ladrillos son aquellas que representan el comportamiento de un material ante la aplicación de agentes externos como acciones o fuerzas sobre él. Entre estas propiedades tenemos la resistencia a la compresión, módulo de rotura, absorción de agua, entre otros.[9].

2.2 Etapa dos: Ventajas y desventajas del uso para el ladrillo ecológico de cáñamo industrial y el ladrillo convencional de arcilla.

Es necesario definir las ventajas y desventajas que presenta cada bloque de estudio con la finalidad de determinar si el material investigado dispone diferencias considerables que mejoren algunos aspectos en el sector de la construcción.

2.2.1 Cáñamo industrial

2.2.1.1 Ventajas: El ladrillo ecológico hecho a base de cáñamo industrial posee atributos únicos que brindan ciertas propiedades como son aislamiento térmico, acústico, una alta resistencia al fuego, es un material llamado “carbón cero”, es decir, retiene CO₂ y produce oxígeno, actúa como regulador de humedad lo que proporciona un mayor confort en la vivienda, aislamiento a radiaciones magnéticas y además de tener una larga vida útil, a la hora de necesitar una demolición a la vivienda, se puede reutilizar el material para crear nuevos ladrillos, por lo cual se reduce el desperdicio de materiales de construcción nuevos que perjudiquen el ambiente. [11]

2.2.1.2 Desventajas. Una de las desventajas más comunes para la fabricación de ladrillos ecológicos, consiste en la dinámica de producción de las ladrilleras tradicionales, puesto que sería necesario la adaptación del proceso productivo modificando la materia prima convencional (arcilla), por el cáñamo, incentivando el cultivo de esta planta por ellos mismos y así beneficiar la riqueza natural tanto en las zonas de cultivo, como en las zonas de producción, ya que reducirían costos de fabricación y contaminación. [12]. Por otro lado, la construcción de una vivienda a base de ladrillo de cáñamo ecológico podría ser más costosa, que la construcción de una vivienda convencional, dado a la desinformación que se presenta respecto a las bondades del cáñamo en un proceso constructivo, lo que significa a su vez que estos cultivos pueden ser muy difíciles de encontrar y de acuerdo con los lineamientos de relación demanda y oferta, si la oferta es baja, el costo es alto. [12]

2.2.2 Arcilla

2.2.2.1 Ventajas. La industria ladrillera es un foco fundamental en la economía de nuestro país, una de sus grandes ventajas es que, en vista de la generación de diversa demanda en la mano de obra focalizada en la extracción, proceso y distribución de estos productos de arcilla, se origina una gran fuente de empleos que benefician al sector productivo del país. De igual manera el ladrillo de arcilla convencional es un producto con una alta demanda en el mercado que permite a los fabricantes de estos insumos logran vender sus productos a un precio muy cómodo para los clientes, quienes a su vez lo consideran como un elemento clave para realizar diferentes trabajos arquitectónicos, fortalecimiento y embellecimiento de las obras. Adicionalmente al ser un material conocido y versátil posee cualidades que le permiten ser utilizados en decoración de exteriores, ya sea de puertas, ventanas, entradas, pisos, etc. [9]

2.2.2.2 Desventajas: El proceso de producción del ladrillo de arcilla convencional genera un gran impacto ambiental en cuanto a emisiones atmosféricas relacionadas con el proceso de cocción y secado artificial. También es común la inadecuada disposición de residuos sólidos a las fuentes hídricas, deforestación, degradación de terrenos y adicionalmente se ocasiona afectación a la salud de los trabajadores por la exposición permanente a factores como ruido, calor, polvo, excesivo esfuerzo físico, entre otros. [13]

2.3 Etapa tres: Puntos relevantes a nivel económico y financiero para el uso de los bloques en el campo de la mampostería estructural.

A nivel global, el campo de la mampostería estructural está compuesto por una gran variedad de materiales tradicionales de todo tipo, que contribuyen directamente a obtener un mayor grado de eficiencia en una construcción, puesto que minimizan algunos problemas comunes de carácter estructural como son, aislamiento, humedad, filtraciones, etc., estos inconvenientes son menos frecuentes cuando se utilizan materiales de construcción de alta calidad; no obstante, la contaminación generada en su proceso productivo incentivan a innovar e incluir diferentes materiales ecológicos, que cumplan con todos los requerimientos mínimos según las normas NTC 4205, NTC 4017 y ASTM 109, con el objetivo de proporcionar seguridad, eficiencia y comodidad

para brindar solidez en las obras de ingeniería civil, un ejemplo de esto , es la implementación del cáñamo en bloques utilizados en el campo de la mampostería estructural; a continuación en la tabla I, se presentan algunos ejemplos en cuanto al precio de venta de este producto en algunas de las mayores empresas distribuidoras en el país.

TABLA I
PRECIO DE VENTA LADRILLOS TRADICIONALES.

Precio de venta ladrillos tradicionales.				
Distribuidora	Tipo de ladrillo	Precio de venta (peso colombiano)	Precio de venta (USD)	Precio de venta (EUR)
Mayorista (Homecenter)	Bloque #4 estándar 10x20x30 cm 	900 UND	0.20 UND	0.20 UND
Mayorista (Homecenter)	Ladrillo prensado liviano 24.5x12x6 cm 	1.900 UND	0.43 UND	0.43 UND
Minorista (Ferretería Canaima)	Ladrillo tolete común #3 37x11.5x25 cm 	750 UND	0.17 UND	0.17 UND
Minorista (Ferretería Canaima)	Ladrillo farol liso 10x20x30 cm 	1.300 UND	0.29 UND	0.29 UND

Se debe agregar que, los ejemplos mencionados anteriormente no estandarizan este producto en el mercado nacional, ya que en la industria ladrillera los precios varían dependiendo de las características, materiales, distribuidor, entre otros; por lo que se puede concluir que es un insumo bastante voluble y muy asequible para el consumidor.

En cuanto a los ladrillos ecológicos hechos a base de cáñamo industrial, es poca la información del valor real desde el proceso productivo hasta la distribución de este insumo en el mercado actual del país, a pesar de esto, el ingeniero Oscar Ospina realizó una investigación en donde cuantifico los gastos de un espécimen con una composición porcentual de (cáñamo 18.29%, agua 33.64%, arena 19.22%, cal 14.41% y cemento 14.41%) desde su etapa de producción, hasta obtener un valor de producto final, cabe resaltar que los precios utilizados por el autor fueron extraídos en páginas como Homecenter y para el caso del cáñamo en una página de mercado internacional llamada Alibaba. [12]. En la tabla II, se presentan los costos de fabricación del ladrillo ecológico.

TABLA II.

COSTOS DE FABRICACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO.

Costos de fabricación del ladrillo ecológico.					
Cantidad	Producto	Valor UND (g)	Valor total (Peso colombiano)	Valor total (Peso US)	Valor total (EUR)
190 g	Cáñamo (Planta)	\$ 2.8	\$532	0.12	0.12
200 g	Arena	\$0.45	\$90	0.20	0.20
150 g	Cal hidratada	\$1.09	163.5	0.37	0.37
150 g	Cemento	\$0.436	\$65.4	0.015	0.015
350 ml	Agua	\$1.2	\$420	0.095	0.095

Costos de fabricación del ladrillo ecológico.					
Cantidad	Producto	Valor UND (g)	Valor total (Peso colombiano)	Valor total (Peso US)	Valor total (EUR)
1	Maquinaria (chipeadora)	\$400	\$400	0.090	0.090
Total			\$1.670,9	0.89	0.89

Nota: por Ospina, 2019.

El valor del producto final del ladrillo ecológico podría presentar variaciones dependiendo de los materiales utilizados, su composición y características requeridas, sin embargo, dado que el producto esencial (cáñamo) muchas veces es traído del exterior, aumenta los costos en el proceso de elaboración. [14] Indiscutiblemente utilizar insumos nacionales en la elaboración de este producto disminuiría los costos del producto final, logrando incursionar en un mercado más equitativo y así en un futuro sustituir el ladrillo tradicional hecho con arcilla.

2. RESULTADOS

3.1 Caso 1: Diseño de modelo de negocio verde a partir de la producción de ladrillos a base de cáñamo industrial en la ciudad de Bogotá. AUTOR: Oscar Andrés Ospina Pedraza

En la figura I, el autor presenta los cinco productos mínimos viables que diseño durante toda su investigación, sin embargo, cabe resaltar que se escogieron los 3 ladrillos macizos que mostraban el mejor proceso de secado para las pruebas.

Figura I.

PRODUCTOS MÍNIMOS VIABLES DE LADRILLO ECOLÓGICO DE CÁÑAMO INDUSTRIAL



Nota: por Ospina, 2019.

En la siguiente tabla III se presentan las medidas y pesos de los materiales utilizados en la fabricación del ladrillo ecológico de cáñamo, se emplearon cinco materiales para la fabricación del producto final, entre ellos se encuentra el cáñamo, aditivo de cal, aditivo de cemento, arena y agua.

Tabla III.

MEDIDAS Y PESOS PARA CADA MUESTRA.

Muestras	Medidas (partículas en (mm))	Cáñamo (gr)	Aditivo de cemento (gr)	Aditivo de Cal (gr)	Arena (gr)	Agua (ml)	Peso (gr)
L1	21.2 (fino)	90.19	200	200	400	300	1190.1
L2	35.6 (medio)	110.45	150	150	300	300	1010.4
L3	48.3 (grueso)	190.34	150	150	200	350	1040.3

Nota: por Ospina, 2019.

Las pruebas mecánicas realizadas por el autor se basaron en la determinación de la calidad del ladrillo, teniendo en cuenta las normas técnicas colombianas NTC 4017 y la norma ASTM 109, puesto que estas normas se encargan de evaluar los ladrillos cerámicos, se tomó la decisión de estimar los ladrillos ecológicos de cáñamo industrial bajo sus lineamientos, ya que el objetivo es reemplazar este material de construcción. [12]

- **Prueba de absorción de agua:**

Se escogieron los tres ladrillos mencionados anteriormente junto con un ladrillo de prueba de arcilla convencional con dimensiones de 24 cm de largo, 12 cm de ancho y 5.5 cm de alto, se pesaron cada uno de los ladrillos secos y luego se sumergieron en un recipiente por 30 minutos, luego se procedió a secarlos y volver a pesar cada muestra, con el fin de determinar el % de absorción de cada uno. (Ospina Pedraza, 2019), en la siguiente tabla se presentan los porcentajes de la composición de los ladrillos en peso y su porcentaje de absorción. [12]

Tabla IV.

PRUEBA ABSORCION DE AGUA.

Muestras	% de material en la elaboración				Pesos		% Absorción
	% cáñamo; % agua	% arena	% cal	% cemento	Inicial (gr)	Final (gr)	
L1	7.57; 25.20	33.60	16.80	16.80	1000	1050	4.7
L2	10.93; 29.68	29.68	14.84	14.84	900	932	3.4

Tabla IV. Continuación.

Muestras	% de material en la elaboración				Pesos		% Absorción
	% cáñamo; % agua	% arena	% cal	% cemento	Inicial (gr)	Final (gr)	
L3	18.29; 33.64	19.22	14.42	14.42	920	930	1.07
Larcilla	Arcilla	Arcilla		Arcilla	3000	3200	6.2

Nota: por Ospina, 2019.

Según la NTC 4205, la absorción de agua en interiores por unidad debe ser máximo 20% y 14% en exteriores por unidad, se puede concluir que, de acuerdo con los resultados de la investigación realizada por el autor, los ladrillos estudiados cumplen con los requerimientos pactados por la norma.

- **Prueba de compresión**

En la tabla 5, se puede evidenciar que el autor aplico para la prueba de compresión los requerimientos necesarios regidos por la norma ASTM 109, donde se utilizó una prensa hidráulica de 40 t o 80.000 PSI, con el objeto de medir la cantidad de toneladas o PSI que resistía cada ladrillo antes de fracturarse.

Tabla V.

PRUEBA DE COMPRESION.

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	% cáñamo	% cemento; % cal	% arena; % agua	Resultado (PSI)	Resultado (Kgf/cm²)
L1	23	6	138	7.57	16.80; 16.80	33.60; 25.20	500	35.15
L2	24	10	240	10.93	14.84; 14.84	29.68; 29.68	400	28.12
L3	24	10	240	18.29	14.42; 14.42	19.22; 33.64	500	35.15
Larcilla	24	12	288	Arcilla	Arcilla	Arcilla	700	49.21

Nota: por Ospina, 2019.

Según la norma ASTM 109 los valores de compresión mínimos y máximos están estandarizados de la siguiente manera, 30 Kgf/ [cm] ^{^2} y 50 Kgf/ [cm] ^{^2} respectivamente, de acuerdo a los resultados obtenidos por el autor se puede evidenciar que la muestra L1 y L3 cumplen con la norma ya que obtuvieron 35.15 Kgf/ [cm] ^{^2} , sin embargo, el ladrillo de arcilla obtuvo un resultado mayor y pudo deberse a que durante el proceso de secado de arcilla se logra una mayor compactación de los componentes , diferente al producto mínimo viable del ladrillo ecológico que podría tener un % de humedad existente [12].

3.2 Caso 2: Análisis físico y mecánico del ladrillo macizo “tolete común” producido en los chircales aledaños a la ciudad de Tunja. Autor: Cristian David Rodríguez Quiroga.

En este caso el autor analizo ciertas propiedades físicas y mecánicas del ladrillo macizo de arcilla en ciudades aledañas a Tunja, esto con el fin de verificar el cumplimiento de las normas requeridas

vigentes como son la NTC 4205 y la NTC 4017.

- **Prueba absorción de agua durante 24 horas:**

En esta prueba se analizó el porcentaje de absorción que tienen las unidades de ladrillo macizo de arcilla para cada ladrillera. A continuación, en la tabla 7 se ejemplifica los valores para uno de los casos de estudio.

Tabla VI.

EJEMPLO DE CÁLCULO PARA PRUEBA DE ABSORCIÓN DE AGUA EN UNA LADRILLERA.

MUESTRA #3						
Propiedad	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Wd (gr)	2.546	2.612	2.496	2.598	2.714	2.62
Ws (gr)	2.95	2.872	2.8	2.854	3.032	2.872
% absorción de agua	15.868	9.954	12.179	9.854	11.717	9.618
% promedio	11.532					

Nota: Ws: peso del espécimen saturado luego de inmersión en agua fría; Wd: peso seco del espécimen, por Rodríguez, 2017.

Se puede concluir que para esta prueba el espécimen cumple con los requerimientos exigidos por la NTC 4205 ya que la absorción de agua en interiores por unidad debe ser máximo 20% y 14% en exteriores por cada unidad.

- **Prueba resistencia a la compresión:**

Cada elemento de mampostería debe cumplir con la resistencia mínima a la compresión que se encuentra en la norma NTC 4205, por lo cual el autor realizó los ensayos correspondientes a las muestras obtenidas en cada una de las ladrilleras [15]. Posteriormente en la tabla 9, se demuestra el procedimiento de este ensayo para una de las industrias de estudio.

Tabla VII.

RESISTENCIA A LA COMPRESION MUESTRA #8.

Muestra #8			
Propiedades	L1	L2	L3
W (Kgf)	13018	12601	12243
B (cm)	20.2	20.5	20.2
L (cm)	10.2	10.4	10.3
C (Kgf/cm²)	63.182	59.104	58.844
Cprom (Kgf/cm²)	60.377		

Nota: W: carga máxima; C: resistencia a la compresión, por Rodríguez, 2017.

Este procedimiento se realizó para cada una de las ladrilleras; según la NTC 4205, para los ladrillos de tipo macizo, los valores mínimos de resistencia a la compresión por unidad de mampostería estructural (15 Kgf/cm^2) y para mampostería no estructural (10 Kgf/cm^2), respectivamente. Se puede concluir que, para mampostería estructural solo una industria de las estudiadas cumple con las exigencias mínimas requeridas, por otro lado, para ladrillos utilizados en la mampostería no estructural, tres de las industrias cumplen con las exigencias mínimas según la norma.

4. CONCLUSIONES

Para el desarrollo de esta investigación cabe resaltar que las fuentes de información investigadas para los ladrillos de cáñamo industrial son en su mayoría del continente europeo, entre estas se destacan empresas internacionales como ISOHEMP que tiene sedes en Bélgica, Francia, Países Bajos, Italia y Alemania; y CANNABRIC que se sitúa en España, estas empresas son un claro ejemplo de fabricación de productos sostenibles en el sector de la construcción , ya que tienen como objetivo ofrecer confort y bienestar limitando el uso de productos que perjudiquen el medio ambiente y un ejemplo de esto es el ladrillo de cáñamo industrial. A nivel Latinoamérica es difícil encontrar información puesto que la implementación de cultivos es limitada, sin embargo, algunos autores han realizado estudios para la fabricación de este producto en el país , dando garantía de que esta iniciativa constructiva es novedosa, ayuda con la protección del medio ambiente, el proceso de fabricación elimina ciertos contaminantes existentes en la fabricación del ladrillo tradicional como por ejemplo: el material particulado originado en el proceso de cocción , además, se evita la tala de árboles para la quema en los hornos de cocción y secado , favoreciendo las emisiones de humo que contaminan el ambiente.

Mediante la adaptación sistemática de las industrias ladrilleras se podrían producir un nuevo tipo de ladrillos que cumplen con todas las especificaciones en cuanto a textura, dureza, resistencia y que además cuentan con ventajas competitivas frente al ladrillo tradicional como su capacidad de aislamiento térmico, bioclimático, una materia orgánica que evita el deterioro del suelo, proceso de secado al aire libre, entre otras, sin embargo, a nivel Colombia el ladrillo de cáñamo industrial se queda corto a nivel económico frente a su principal competencia que es el ladrillo de arcilla convencional, esto se debe a que los insumos necesarios para la elaboración de este material reciclable no están disponibles en el mercado habitual del país y hace que la diferencia en cuanto a precio de producto final sea de aproximadamente 900 pesos por encima según los estudios investigados en el presente documento, esto refleja que esta alternativa ecológica referente a la mampostería estructural es inviable frente al ladrillo convencional, pero si se incentivara la mejora de los procesos de producción de las industrias ladrilleras , este producto contaría con todos los requerimientos necesarios para ser un producto con alto potencial de oferta y demanda, que a su vez disminuiría el impacto ambiental y esto hará que la industria ladrillera se fortalezca como

gremio al proponer alternativas de negocio sustentable que contribuya al cuidado del medio ambiente.

Indiscutiblemente el ladrillo convencional ha sido uno de los materiales de construcción más importantes alrededor del mundo gracias a todas las ventajas que este posee, sin embargo, hoy en día debido al acelerado deterioro ambiental, se busca implementar alternativas ecológicas que puedan sustituir a diferentes materiales existentes, sin dejar de lado los requerimientos mínimos de seguridad, eficiencia y comodidad. Es por esto que, los ladrillos ecológicos tienen un gran potencial en Colombia, al igual que el cultivo de la materia prima (cáñamo) donde se hace evidente que se requieren estudios que involucren el impacto ambiental, económico y social que tendría la extensión de este cultivo en las regiones aptas en el país y a su vez poner en práctica la fabricación de ladrillos ecológicos impactaría positivamente la económica local y nacional del sector ladrillero; y en un futuro impulsar a Colombia como principal exportador de estos insumos.

REFERENCIAS

- [1] C. Jimenez Correa, *Perfil tecnico ambiental ladrillos de ceramica en el marco de lascompras sostenibles.*, 2017.
- [2] J. Rios Tocua y J. Martinez Segura, *Estudio De Viabilidad Para Desarrollar Un Emprendimiento, Enfocado En La Creacion De Una Empresa Productora De Ladrillos Ecologicos Hechos Con Fibra De Cáñamo En El Departamento Del Cauca*, Santiago De Cali, 2021.
- [3] D. Williams y R. Mundell, *An Introduction to Industrial Hemp, Hemp Agronomy, and UK Agronomic Hemp*, 2015.
- [4] R. Johnston, *The environmental benefits of industrial hemp*, 2016.
- [5] A. Mechi y L. Sanchez , *Almpactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo*, 2010.
- [6] J. De Lima Almeida, *Impactos Ambientales Provocados Por La Extracción De Arcilla En El Municipio De Ibiassucê-Ba*, 2020.
- [7] G. A. Araque Salas, *Materiales alternativos para la reduccion de costos en la edificacion de vivienda popular*, Bogotá, 2003.
- [8] A. Univio Lizcano, *Diagnostico Sobre La Incidencia De La Actividad Ladrillera En El Territorio, A Partir De Sus Impactos Ambientales, En Sogamoso-Colombia*, Bogotá, 2017.
- [9] D. A. Puentes Cassab , *Analisis comparativo de las propiedades fisicas y mecanicas de los ladrillos de arcilla como elemento construtivo proveniente de fábricas ubicadas en la zona norte del departamento del Valle del Cauca en Colombia*, 2021.
- [10] Norma Tecnica Colombiana NTC 4051, *Norma Tecnica Colombiana NTC 4051*, 2005.
- [11] J. A. Bermudez Rojas, M. F. Cifuentes Baquero y M. J. Daza Gomez, *Prototipo de ladrillo a partir de fibra vegetal de cáñamo, como una alternativa*

sostenible a los ladrillos de arcilla tradicional, usados en la contruccion de edificios de uso residencial en la ciudad de Bogota, 2021.

- [1 O. A. Ospina Pedraza, *Diseño de modelo de negocio verde a partir de la*
2] *produccion de ladrillos a base de cañamo industrial*, Bogotá, Cundinamarca,
2019.
- [1 Corporacion Autonoma Regional de Cundinamarca (CAR),
3] *Oportunidades de produccion mas limpia en la industria ladrillera: Guia para*
empresarios, Bogotá.
- [1 P. Buitrago , «MasCOLOMBIA,» Julio 2021. [En línea].
4]
- [1 C. D. Rodríguez Quiroga, *Análisis físico y mecánico del ladrillo macizo*
5] *“tolete común” producido en los chircales aledaños a la ciudad de Tunja.*, Tunja,
2017.
- [1 O. Ospina Pedraza, *rfwerg*, Bogota: Repositorio, 2019.
6]