Propuesta de un modelo de estandarización del proceso de producción de ladrillos artesanal en la Ladrillera “La Jamaica”.

Vanessa Ibet Aponzá

Ana Yuliza Angola

Email: aponzavanessa077@gmail.com , angola17yuliza@gmail.com

Proyecto presentado para optar el título de Tecnólogo de Producción Industrial

Director

José Antonio Abadía N.

Institución Universitaria Antonio José Camacho

Facultad de Ingeniería

Programa Tecnología de Producción Industrial

Año 2022

Contenido

INTRODUCCIÓN. 7

1. MARCO REFERENCIAL. 9

1.1. Estado del arte. 9

1.1.1. Ladrilleras a nivel local (Cauca). 9

1.1.2. Ladrilleras a Nivel Nacional (Colombia). 10

1.1.3. Ladrilleras a Nivel Mundial. 11

1.2. Marco Teórico. 15

1.2.1. Proceso de fabricación de ladrillos en fábricas artesanales o manuales. 15

1.2.2. Proceso de fabricación de ladrillos en fábricas Industriales o tecnificadas. 19

1.3. Normatividad. 22

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 26

2.1. Descripción de la empresa. 26

2.1.1. Análisis DOFA 28

2.2. Planteamiento del problema. 29

2.2.1. Formulación del problema. 30

3. JUSTIFICACIÓN. 31

4. OBJETIVOS. 32

4.1. Objetivo general. 32

4.2. Objetivos específicos. 32

5. METODOLOGÍA. 32

5.1. Tipo de investigación. 34

5.2. Diseño de investigación. 34

5.3. Población y muestra. 34

5.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos. 34

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 34

6.1 Diagnostico del estado actual del proceso de fabricación de ladrillos en el área de producción en la Ladrillera "La Jamaica". 35

6.1.1. Resultados de la entrevista. 36

6.1.2. Resultados de la encuesta. 37

6.1.3. Resultado de la inspección. 46

6.1.4. Discusión y/o análisis del diagnóstico. 47

6.2. Proceso de fabricación para la ladrillera "La Jamaica" de acuerdo con la norma NTC 296, NTC 4205 y NTC 4017. 50

6.3. Distribución en planta para el proceso de fabricación de ladrillo en el área de producción en la ladrillera "La Jamaica" 52

6.3.1. Distribución de planta propuesta. 57

6.3.2. Discusión y/o análisis de los diagramas. 59

6.4. Manual de procedimientos. 60

7. CONCLUSIONES. 73

8. ANEXOS. 75

9. BIBLIOGRAFÍA. 80

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1 Ingresos de la compañía Vs. Los valores por devolución 30

Tabla 2 Relación de productos Fuente: Autor 37

Tabla 3 características técnicas del ladrillo Fuente: Autor 37

Tabla 4 Tabla de frecuencia pregunta 1 encuesta. Fuente: Autor 38

Tabla 5 Tabla de frecuencia pregunta 2 encuesta. Fuente: Autor 40

Tabla 6 Tabla de frecuencia pregunta 3 encuesta. Fuente: Autor 41

Tabla 7 Tabla de frecuencia pregunta 4 encuesta. Fuente: Autor 42

Tabla 8 Tabla de frecuencia pregunta 5 encuesta. Fuente: Autor 43

Tabla 9 Tabla de frecuencia pregunta 6 encuesta. Fuente: Autor 44

Tabla 10 Tabla de frecuencia pregunta 7 encuesta. Fuente: Autor 46

Tabla 11 Tiempo tomado al proceso de cocción. 47

Tabla 12 Características técnicas del tolete rustico. Fuente: autor. 51

Tabla 13 Diagrama de análisis de proceso para la fabricación de ladrillo en la Ladrillera "La Jamaica" 55

Tabla 14 Diagrama con distancia en desplazamiento y tiempo 58

LISTA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1 Proceso de fabricación de ladrillo artesanal Fuente: Univio (2017)..... 16

Ilustración 2Proceso artesanal de fabricación de ladrillos Fuente: (Barranzuela, 2014, p.31)..... 17

Ilustración 3 Ladrillera artesanal..... 19

Ilustración 4 Ladrillera tecnificada Fuente: evolución ladrillo. 2020 22

Ilustración 5 Dimensiones Modulares Fuente: Muñoz Umaña (2021) adaptado de (Norma Técnica Colombiana 296, 2000)...... 23

Ilustración 6 Absorción máxima de agua Fuente: Muñoz Umaña (2021), adoptado de la (Norma Técnica Colombiana 4205, 2009). 24

Ilustración 7 Resistencia exigida por NTC Fuente: Muñoz Umaña (2021), adoptado de (Norma Técnica Colombiana 24

Ilustración 8 Marco Normativo aplicado en Otros países Fuente: Muñoz Umaña (2021). 25

Ilustración 9 Ubicación de Ladrillera "La Jamaica" 26

Ilustración 10 Horno Fuente: Autores..... 49

Ilustración 11 Diagrama de flujo del proceso de producción del ladrillo de la ladrillera "La Jamaica" 53

Ilustración 12 Distribución de planta actual. Fuente:autor..... 56

Ilustración 13 Distribución de planta propuesta. Fuente: autor..... 57

Ilustración 14 Formato de encuesta Fuente: Autor. 76

INTRODUCCIÓN.

“En Colombia, la industria del ladrillo de arcilla es heterogénea en su composición, con un notorio nivel de informalidad. La producción de ladrillos se basa en procedimientos artesanales milenarios, y si bien algunas empresas han evolucionado tecnificando el proceso y realizando grandes inversiones, no deja de ser una realidad que producir ladrillos es un proceso que se puede hacer con pocas inversiones.

De acuerdo con la Corporación Ambiental Empresarial, el 25% de las toneladas de ladrillos en Colombia es producido por la gran industria en tan solo el 3% de los hornos, mientras que el 75% restante se produce en el 97% de hornos, lo que corrobora la alta informalidad.” (Pimienta Gómez, C. 2019, 5 noviembre).

En Colombia el sector ladrillero es una gran fuente de generación de empleos fijos y temporales, por lo tanto, esta actividad juega un papel muy importante en la economía del país, además de que se viene presentando un gran auge de crecimiento en el sector de la construcción en los últimos tiempos en las más importantes ciudades del país.

En el sector ladrillero artesanal en Colombia debido a que la fabricación de ladrillo no es un proceso costoso y; además, es relativamente fácil, gran parte de las empresas que realizan esta actividad en Colombia lo hacen de manera informal y artesanal, como se demuestra en el primer párrafo.

La ladrillera “La Jamaica” ubicada en Guachené Cauca, hace parte de una de las tantas empresas pertenecientes a este sector que realiza el proceso de fabricación de ladrillos de manera artesanal según los conocimientos y la experiencia propia de cada trabajador.

Partiendo de lo anterior, se evidencia la necesidad de realizar una intervención en la ladrillera “La Jamaica” con el fin de proponer recursos técnicos para el proceso de fabricación de ladrillo artesanal para mejorarla y/o modernizarla un poco con la ayuda de las técnicas y herramientas adquiridas durante la carrera de Tecnología en Producción Industrial.

1. MARCO REFERENCIAL.

1.1. Estado del arte.

Revisando distintas fuentes de información (libros, artículos, tesis, etc.) se hallaron varias investigaciones alrededor del mundo referentes a la temática objeto de estudio que sirvieron como fuente de partida para este trabajo. También se trae a colación fuentes de información que muestran las características principales de las ladrilleras a nivel local, nacional y mundial.

1.1.1. Ladrilleras a nivel local (Cauca).

En el municipio de Guachené-Cauca que es donde se realiza esta investigación se produce el ladrillo en 6 de sus veredas (Cabañita Caponera, Cabito, El Guabal, Sabaneta (Jamaica), Barragán) en las cuales el 100% utilizan una forma de producción artesanal o manual. Estas empresas tienen como características que cuentan con un número de 5 a 10 trabajadores, su proceso de producción no se adaptan a los estándares de calidad exigidos por la normatividad lo que conlleva a que el producto terminado no cuente con características y propiedades físico mecánicas adecuadas, no usas los equipos y herramientas adecuadas en el proceso de fabricación y tampoco se realizan los controles necesarios al proceso.

Por otra parte, a nivel departamental, según el Inventario Nacional Del Sector Ladrillero (2015) el Cauca cuenta con una concentración del 11% de la producción ladrillera en Colombia. Teniendo en cuenta este estudio gran parte de las ladrilleras de este departamento

sobre todo las de Puerto Tejada y Villa Rica se caracterizan por ser tecnificadas y el principal tipo de horno que utilizan es el tipo túnel.

1.1.2. Ladrilleras a Nivel Nacional (Colombia).

Según el Inventario Nacional Del Sector Ladrillero (2015) en Colombia la industria ladrillera genera más de 21.000 empleos fijos y cerca de 8.000 empleos temporales.

"En términos generales, se puede decir que el sector ladrillero colombiano se clasifica como grande y mediano este tiende hacia la búsqueda de la eficiencia y competitividad, si comparamos la producción y el consumo energético según el tamaño de las industrias clasificadas como grandes cuentan con hornos tipo túnel y rodillos. Estos hornos se caracterizan por su eficiencia en producción lo cual a su vez reduce el consumo de combustible por unidad del producto. El efecto de dicha eficiencia se refleja en la disminución de costos de producción, mayor competitividad y menores emisiones de GEI y otros gases contaminantes al aire local.

Según la información recolectada en los años 2013 y 2015 por la CAEM la producción mensual del sector ladrillero corresponde un promedio a 1, 379,814 Toneladas, ubicando el mayor porcentaje de esta producción en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia, Norte de Santander, Cauca y Valle del Cauca estos 5 departamentos producen el 75.53% de las toneladas mensuales con base a las cifras e información analizada". (Inventario Nacional Del Sector Ladrillero, 2015, p. 18)

1.1.3. Ladrilleras a Nivel Mundial.

Según CCAC INITIATIVE en su estudio titulado *"Mitigando el carbono negro y otros contaminantes de la producción de ladrillo"* (2015) la producción de ladrillo a nivel mundial se da de la siguiente forma:

"La mayoría de la producción de ladrillo tiene lugar en Asia. Hay aproximadamente 100.000 hornos a gran escala con chimeneas fijas, cerca de 1.900 operando en la India y 6.000 en Bangladesh. América Latina tiene también un número considerable de plantas de producción de ladrillos, incluyendo 6.898 en Brasil, 300 en Chile, 2.453 en Colombia, 17.000 en México y 2.222 en Perú.

1,500 mil millones de ladrillos se producen cada año. Mil millones de ellos se producen en China, India, Pakistán, Vietnam, Bangladesh y Nepal (todos juntos Asia produce cerca del 90% de la producción mundial).

América Latina tiene un gran número de plantas de producción de ladrillos, de una cifra estimada de 300 en Chile, a alrededor de entre 8.000 y 10.000 en Perú y aproximadamente 17.000 en México. Estudios recientes demuestran que implementar tecnologías más eficientes, sobre todo durante la quema de ladrillos, podría reducir las emisiones de contaminantes entre un 10 y 50% dependiendo del proceso, escala y combustible empleado.

Según EELA el bajo nivel tecnológico de la región se refleja también en las bajas capacidades de producción de los hornos; con la excepción de Brasil y Colombia que tienen áreas de producción con tecnologías semi automatizadas y hornos más eficientes, Brasil es la región líder. Perú y Bolivia tienen una mezcla de métodos que han implementado mejores tecnologías y otras siguen usando procesos manuales de producción.

Combustibles no convencionales en los hornos de ladrillo: carbón, madera, biomasa local, aceite desechado, ruedas usadas, aserrín, plásticos, pilas, estiércol. Cualquier otro combustible de bajo precio". (CCAC INITIATIVE, 2015, p. 2)

Considerando estas averiguaciones se trae a colación distintas investigaciones donde a partir de una revisión bibliográfica sobre el tema se evidencia la pertinencia del tema a tratar y se reafirma la importancia de este trabajo. Partiendo de lo anterior se menciona el estudio de Barranzuela, Lescano (2014) titulado "*Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura"* el cual tuvo como enfoque principal identificar el proceso de producción de las unidades fabricadas en el departamento de Piura y establecer algunos valores referentes de sus propiedades. La metodología utilizada fue un muestreo exploratorio con visitas a las zonas de producción, en estas observaron el proceso de fabricación desde la extracción de la materia prima hasta la cocción de las unidades.

Este trabajo se evidencia como principal hallazgo que en Perú el proceso de fabricación artesanal de ladrillo no ha cambiado muchos sus métodos desde 1995. En palabras de su autor:

"Respecto a la tesis de García, Rodríguez (1995), ya se ve que los procesos de moldeo, desmoldado y secado previo a la cocción son los mismos. Los hornos siguen siendo los mismos; sin embargo, se observa que existen más ladrilleras que utilizan como combustible la cascarilla de arroz. Los productores están mejor organizados en términos de especialización de trabajo y secuencia de los procesos. Por otro lado, se ha producido cambio en los productos usados, ya que anteriormente se usaba una única adición como es el aserrín o la cascarilla de arroz. Actualmente se adiciona cenizas de cascarilla de arroz solas o combinaciones de aserrín y cascarilla de arroz, en ambos casos el propósito es disminuir la

plasticidad de la pasta para evitar que se pegue a las manos cuando se está manipulando, facilitando el moldeo de las unidades". (Barranzuela, 2014, p.69)

Este trabajo es unas de las guías principales para la realización de esta investigación pues evidencia como las empresas de fabricación de ladrillo artesanal van un paso atrás en la utilización de métodos, procesos y herramientas tecnificadas lo que significa que están un escalón abajo a la hora de competir con empresas más tecnificadas.

Por otro lado, Izquierdo-Barrera, Ramos-Gómez y Chicmana-Fernández (2016) realizaron un trabajo titulado "Ladrillera *S.A.C .: innovación y crecimiento en un entorno desfavorable"* que utilizó el Método del Caso como instrumento de diagnóstico de la consistencia entre la estrategia de la Ladrillera S.A.C. respecto a sus capacidades operacionales. Este trabajo consistió en la realización de una línea completa para la producción de 500 toneladas por día de ladrillos con: una línea de secado y cocción automatizada.

En general en este proyecto buscaba según su autor:

"1. Cubrir el déficit de abastecimiento en el mercado de Lima.

2. Mejora de la calidad de productos cerámicos en Lima, que el mercado espera con ansia.

3. Incorporación de tecnologías que permiten incrementar la eficiencia en todo el proceso productivo.

4. Eliminación de contaminantes, producción ecológica.

5. Incremento de la seguridad de los procesos." (Izquierdo-Barrera, Ramos-Gómez & Chicmana-Fernández, 2016, p. 38)

González & Vergara (2018) buscaban al igual que en el anterior trabajo "realizar un estudio sectorial que permita brindar herramientas a Ladrillos Ochoa LTDA. para posicionarse en el mercado y aumentar sus ventas por medio de una investigación en diferentes fuentes primarias y secundarias que incluyeron: reportes de EMIS, tendencias de CAMACOL, información técnica de ANAFALCO, entrevistas a profundidad constructores, arquitectos, dueños de ferreterías y personas naturales; y se realizaron visitas a la empresa Ladrillos Ochoa, para revisar sus procesos".

Galindo Rodríguez (2015) en su trabajo "Diseño de fábrica ladrillera potencializando procesos productivos, ambiente laboral e impacto medioambiental" expuso la importancia de

"Crear una propuesta de rediseño de la Ladrillera El Oasis del municipio de Oicatá "Boyacá", con un modelo espacial para potencializar la seguridad industrial, la productividad en los procesos industriales de la empresa, condiciones espaciales de trabajo, impacto medioambiental y energético" (Galindo Rodríguez, 2015, p. 5)

En general en este trabajo buscaban que la industria ladrillera cumpliera con los reglamentos establecidos para una planta industrial lo que llevara a la empresa a ser sostenible reduciendo a su vez el deterioro medio ambiental.

Astaiza & Rodríguez (2016) realizaron un trabajo en la ladrillera "EL JARDIN S.C.S" en Puerto Tejada Cauca el cual consistía en aprovechar mejor su capacidad de producción

por medio de mejorar el método de gestión por procesos. Para llevar a cabo su ejecución utilizaron la metodología de Gamarra (2012) Diagrama Etapas De La Metodología.

A continuación, se trae a colación una de las conclusiones:

"El cuello de botella se encontraba en el tiempo de demora en la preparación de la mezcla, lo cual hacía que no se aprovechara la capacidad de la máquina y que las horas del turno de trabajo (8 horas) no fueran productivas, esto debido a la mala calidad de la tierra y a la ineficiencia de los empleados a la hora de mezclar la tierra ya que es una labor pesada que fácilmente una máquina retroexcavadora podría ayudar a realizar esta operación". (Astaiza & Rodríguez, 2016, p.78)

1.2. Marco Teórico.

1.2.1. Proceso de fabricación de ladrillos en fábricas artesanales o manuales.

Para describir como es el proceso de fabricación de ladrillo artesanal de manera general se trae a colación las definiciones dadas por algunos autores:

- Descripción del proceso:

"Los ladrillos artesanales no cumplen con las normas técnicas para la construcción. En su proceso de producción, no son seleccionados para que lleguen en buenas condiciones al consumidor final". (Max Valverde Puelles)

Univio (2017) en su trabajo “Diagnóstico sobre la incidencia de la actividad ladrillera en el territorio, a partir de sus impactos ambientales, en Sogamoso – Colombia” define:

La actividad ladrillera artesanal, es el proceso que se desarrolla a partir de la cocción de arcilla para la producción de ladrillo, usando para tal fin hornos de llama dormida o artesanal. Este tiene las siguientes etapas:

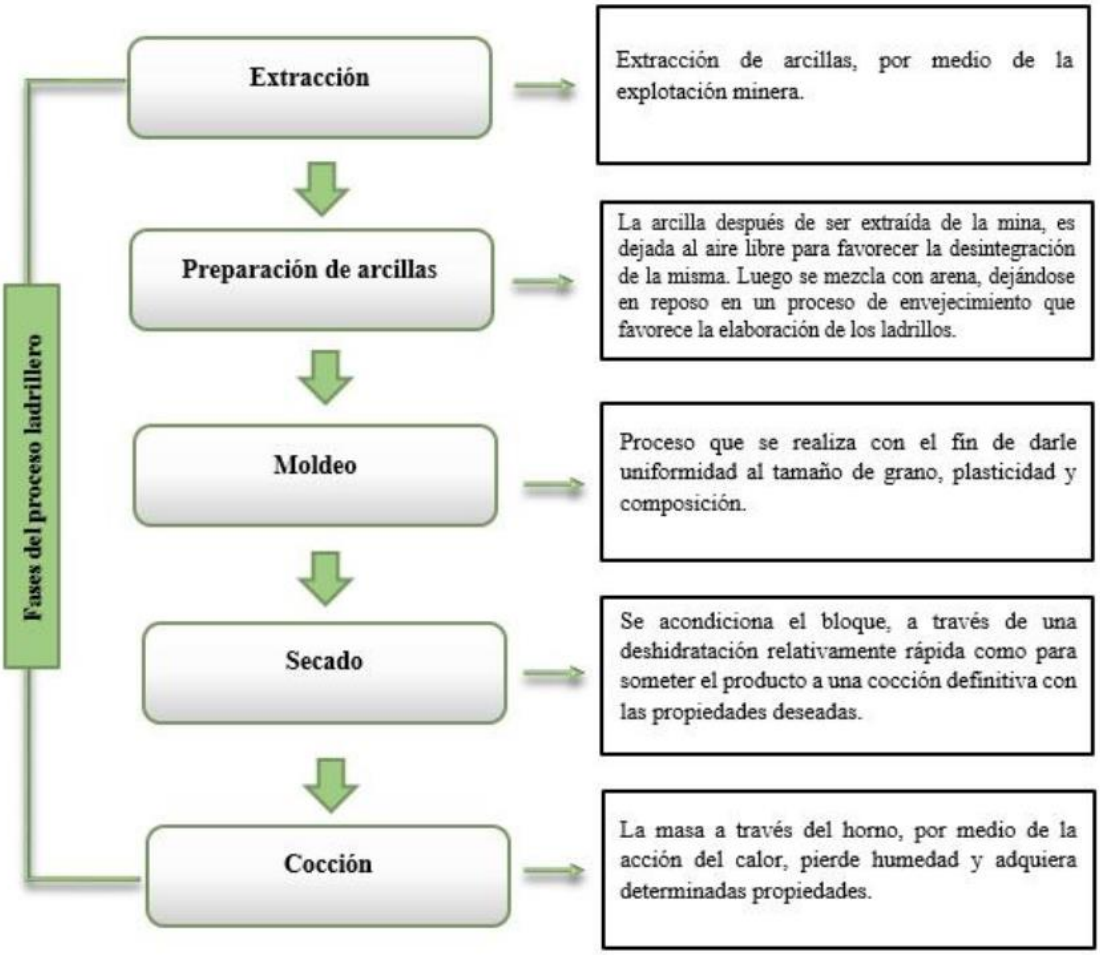


Ilustración 1 Proceso de fabricación de ladrillo artesanal Fuente: Univio (2017)

Barranzuela (2014) define las etapas así:

Ilustración 2Proceso artesanal de fabricación de ladrillos Fuente: (Barranzuela, 2014, p.31)

- Materia prima:

  Arcilla principalmente.

  Agua.

  Arena fina o ceniza.

- Fuente de energía (Combustible como Leña o pajilla de arroz, en unos casos llantas de plástico)

- Equipos usados:

  Horno artesanal.

  Palas y picos.

  Moldes (Graveras de maderas).

- Manejo del medio ambiente: Según Univio (2017) el impacto ambiental de este tipo de empresa es negativo debido al tipo de hornos y sus elementos de combustión. Él dice: “La producción de materiales producto de la cocción de la arcilla, tales como el ladrillo y la teja, en hornos con calentamiento a través de la combustión del carbón y coque, generan emisiones atmosféricas de material particulado M10 y de dióxido carbónico (CO2) afectando el medio ambiente de forma negativa, que, sin un control, producirá hacia un futuro, secuelas en la población animal, vegetal y humana”.

- Productos:

  El tipo de ladrillo más elaborado en este tipo de empresa es el conocido como tolete rustico o ladrillo cocido de arcilla.

  Fuente: Tribuna noticias.

  También producen algunos tipos de faroles.

- Precios: En este tipo de fábrica vende la unidad del ladrillo rustico entre $300 y $500.

Ilustración 3 Ladrillera artesanal

Fuente: Tribuna noticias.

1.2.2. Proceso de fabricación de ladrillos en fábricas Industriales o tecnificadas.

Para describir como es el proceso de fabricación industrial o tecnificado de ladrillo de manera general se trae a colación las definiciones dadas por algunos autores:

- Descripción del proceso:

Barranzuela (2014) lo define así:

Industrial: Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad.

El proceso industrial se diferencia no solo en la utilización de maquinaria para el proceso de moldeado sino en el empleo de hornos más sofisticados para la fase de cocción. En estos

hornos se lleva un control de temperatura, logrando una mayor eficiencia en la producción de unidades de arcilla con una mejor calidad final.

Según Mola Pujol las etapas de fabricación de ladrillo en empresas tecnificadas son así:

El proceso puede resumirse en:

Explotación de cantera

Maduración

Tratamiento mecánico previo

Humidificación

Moldeado

Secado

Cocción

Control de calidad

Descarga y almacenaje

- Materia prima:

Arcilla principalmente.

Agua.

- Fuente de energía (Combustible como gas depende del tipo de horno.)

- Equipos usados:

Desmenuzador.

Alimentadores lineales.

Laminadores articulados.

Amasadoras de doble eje.

Grupo de vacío (Extrusora industrial)

Termocuplas y pirómetros portátiles digitales.

- Manejo del medio ambiente: Las empresas industriales utilizan insumos para su proceso de combustión que no causan problemas ambientales ya que emanan un escaso vapor hacia el ambiente.

- Productos:

En Colombia las empresas industrializadas de ladrillos producen los siguientes en general:

Ladrillos cara vista.

Ladrillo macizo.

Ladrillos macizos perforados.

Ladrillo Borgoña.

Ladrillo clínker o gresificado.

Ladrillo decorativo de pared estilo rústico.

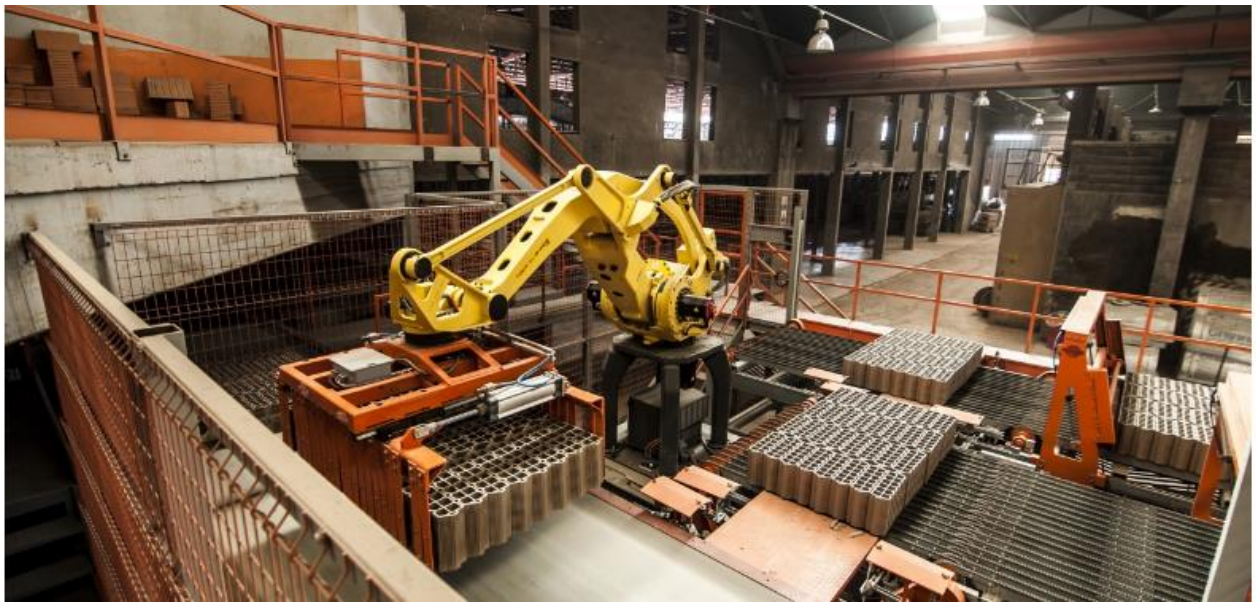


Ilustración 4 Ladrillera tecnificada Fuente: evolución ladrillo. 2020

1.3. Normatividad.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4205-1.

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los ladrillos de arcilla cocida, utilizados como unidades de mampostería estructural en muros interiores o exteriores y establece los parámetros con los que se determinan los distintos tipos de unidades. Cuando las unidades estructurales se usan en fachadas, estas deben cumplir además con los requisitos de la parte 3 de esta serie de normas, véase NTC 4205- 3

Los ladrillos para uso en mampostería no estructural y de fachada deben cumplir respectivamente con los requisitos de las partes NTC 4205-2 Y NTC 4205-3.

Los valores establecidos en esta norma se presentan de acuerdo con el sistema internacional de unidades según la NTC 1000.

A continuación, se trae a colación un resumen sobre distintas normas colombianas e internacionales que se tienen en cuenta en el proceso de producción de ladrillo según Muñoz Umaña (2021).

Dimensiones Modulares – NTC 296

Dimensiones modulares (mm)			Dimensiones reales (mm)		
Longitud	Ancho	Altura	Longitud	Ancho	Altura
240	120	60	230	110	50
260	130	65	250	120	55
300	150	75	290	140	65
400	200	100	390	190	90

Ilustración 5 Dimensiones Modulares Fuente: Muñoz Umaña (2021) adaptado de (Norma Técnica Colombiana 296, 2000).

Absorción Máxima de Agua.

Item	Inmersión en agua fría, 24 h, %		Ebullición 1 h, %	
	Promedio de 5 unidades	Individual	Promedio de 5 unidades	Individual
Mampostería Estructural, Fachada.	13	16	16	19

Item	Absorción en agua máxima - Interiores	
	Promedio de 5 unidades	Unidad
Mampostería No Estructural.	17	20

Ilustración 6 Absorción máxima de agua Fuente: Muñoz Umaña (2021), adoptado de la (Norma Técnica Colombiana 4205, 2009).

Resistencia exigida por la NTC

Unidad	Tipo	Resistencia Mínima a la Compresión Mpa (kgf/cm²)	
		Prom. 5 U	Unidad
Mampostería Estructural, Fachada	M	20 (200)	15 (150)
	PV – CLASE I	24 (240)	20 (200)
	PV – CLASE II	18 (180)	15 (150)
	PH	5 (50)	3.5 (35)
Mampostería No Estructural	M	14 (140)	10 (100)
	PV	14 (140)	10 (100)
	PH	3 (30)	2 (2)
	PH - LIVIANO	2 (20)	1.5 (15)

Ilustración 7 Resistencia exigida por NTC Fuente: Muñoz Umaña (2021), adoptado de (Norma Técnica Colombiana 4205, 2009).

Marco Normativo aplicado en Otros países.

Porosidad	ASTMC20 (EEUU)
Composición Química	ASTM C114-09 (EEUU)
Unidades de Mampostería	AS / NZS 4456.1 (Australia)
Muestreo y prueba de ladrillos de arcilla estructural	ASTM C67
Gravedad Específica	AS 1289.3.5.1 (Australia)
Clasificación Suelos	AS 1289.3.6.1 (Australia)
Lixiviación en botella	AS 4439.3 (Australia)
Contenido Orgánico	método APHA (EEUU)
Eflorescencia	BDS 208 (2009) Bangladesh (Asia)
Lixiviación TCLP	USEPA 1311 (EEUU)
Poder Calorífica	UNE 32 006:1995 (España)
Prueba en ladrillos (contracción por cocción, pérdida de peso por ignición, absorción de agua, densidad aparente y resistencia a la compresión)	CNS1127-R3042 (China)
pH	NIEA-R208.00T (China)
Azul de Metileno	NF P 94–068 (Francia)
Contracción por secado y cocción	ASTM C326-03

Método de prueba estándar para la absorción de agua, la densidad aparente, la porosidad aparente y la gravedad específica	ASTMC373-88 (Britanica)
Flexión	ASTM C674-88
Prueba de Suelos	BS 1377-3 (Britanica)

Absorción de Agua	AS / NZS 4456.14 (Australia)	UNE 67-027(España)	UNE 67–031 (España)	CNS382-R2002 (China)

Resistencia a la compresión	AS / NZS 4456.4 (Australia)	(ASTM C 67-02c, 2002).	UNE 67-026 (España)	CEDEX (España)

Límites de Atterberg	(ASTM D 4318, 2000)	NBR 6459 (Brasil)	NBR 7180 (Brasil)
Lixiviación TCLP	USEPA 1311 (EEUU)	UNE-EN 12457-4 (España)	TCVN 5945 (Vietnam)

Distribución Tamaño de partículas	AS 1289.3.6.3 (Australia)	NBR 7181 (Brasil)
Densidad	AS 1289.3.5.1 (Australia)	UNE-EN 772-13 (España)

Contenido Humedad	método APHA	(AASHTO T- 99, 1982)

Ilustración 8 Marco Normativo aplicado en Otros países Fuente: Muñoz Umaña (2021).

En cuanto a normatividad también se encuentra la norma ISO 14001:2015 que regula y da directrices a las productoras de ladrillos en cuanto a todos los aspectos ambientales derivados de esta actividad.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Descripción de la empresa.

La ladrillera “La Jamaica” es una empresa de tradición familiar ubicada en la vereda Jamaica en el municipio de Guachené Cauca.

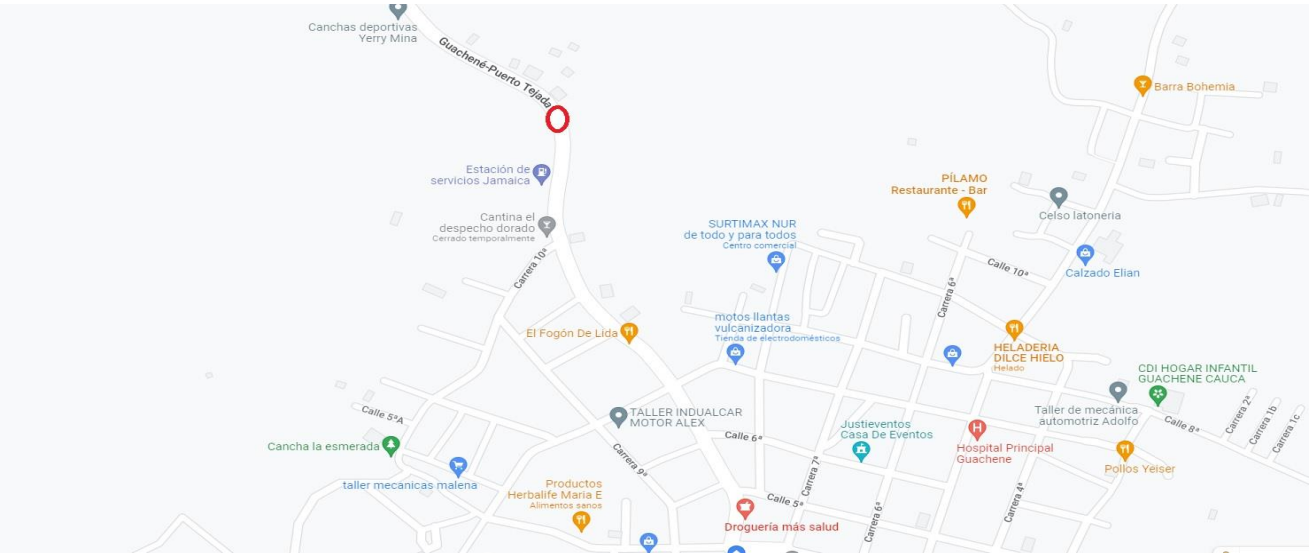


Ilustración 9 Ubicación de Ladrillera "La Jamaica"

Fuente: Autores.

Ilustración 10 Ubicación de Ladrillera "La Jamaica"

Fuente: Autores.

La cual se encuentra en funcionamiento hace más de 40 años.

Fue fundada por dos hermanos Argemiro Angola y Martiniano Angola.

La idea surgió ya que había un galpón cerca de la casa la cuales vivían, estos dos hermanos al diario se dirigían a ese lugar para tener más conocimiento de este proceso, gracias a eso hoy en día se cuenta con la “ladrillera la Jamaica” en nuestro municipio.

Su razón social es la producción, venta y comercialización de ladrillo artesanal.

Esta organización cuenta con un total de 10 trabajadores distribuidos por turnos de 12h al día y los 7 días de la semana. Estos trabajadores son en su mayoría del municipio de Guachené lo que significa un aporte al crecimiento económico del mismo.

2.1.1. Análisis DOFA

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
• Mano de obra poco calificada. • Variaciones de unidad a unidad (medida o tamaño). • Procesos no estandarizados. • Procesos no tecnificados. • Menor productividad alno contar con la maquinaria adecuada. • Mal aprovechamiento de la capacidad instalada. • No hay documentación de procesos. • No existen procesos de control de calidad. • Hornos rudimentarios con baja eficiencia energética.	• El departamento del Cauca es uno de los mayores productores y comercializadores de ladrillos en Colombia. • Aplicación de técnicas y herramientas sencillas para mejorar el proceso. • Aprovechar mejor la capacidad de producción sin generar sobrecostos. • Aumentar la capacidad de producción para incrementar volúmenes de ventas. • Ampliación de la gama de productos.
FORTALEZAS	**AMENAZAS**
• Estrecha relación con los proveedores de materia prima de la zona. • Experiencia en la realización de la actividad. • Materia prima utilizada para la combustión amigable con el ambiente.	• Ladrilleras tecnificadas en Villarrica y en Puerto Tejada. • Alza de los precios de la materia prima debido a la inflación. • Competencia en el mercado de las empresas del misto tipo en el sector en general.

Ilustración 11 DOFA de Ladrillera "La Jamaica" Fuente: Autores.

Fuente: autores.

2.2. Planteamiento del problema.

La ladrillera “La Jamaica” es una microempresa ubicada en la vereda La Jamaica del municipio de Guachené Cauca. Actualmente, la empresa cuenta con dos hornos artesanales los cuales producen 60000 u/mes de tolete rustico de 11 ancho x 24 largo x 7 alto contratipo del tolete común de 12 de ancho x 24 de largo y 6 de alto y otro horno que produce 20000 u / mes de farol de 20 a x 30 l x 10 a contratipo del farol rayado de las mismas medidas el cual es sacado por una máquina.

La problemática que se presenta en esta empresa es que debido al uso de hornos artesanales y a la informalidad de esta, se usa un método ancestral para la fabricación de ladrillo el cual consiste en armar los moldes con arcilla manualmente, dejarlos secar al sol, y después apilarlos en un horno abierto para su cocción en el que usan como combustible la leña principalmente. La práctica de este método ha traído para la empresa varias dificultades como es el no aprovechamiento total de su capacidad instalada que es de 90000 u/ mes lo que provoca una “perdida” de 30000 u/mes lo que se traduce a que económicamente la empresa está dejando de ingresar un total de $9.000.000 por ventas al mes; sin embargo, el mayor problema se encuentra es que para la fabricación del ladrillo no hay un proceso estandarizado, ni tecnificado donde se establezca una guía o paso a paso de cómo realizar el proceso, si no que cada trabajador lo hace según su conocimiento empírico ocasionando muchas veces productos de calidad deficiente; además, se evidenció que tampoco se usan instrumentos o herramientas de medición para procesos como el de cocción, el cual es el punto crítico debido a que en este las piezas adquieren suficiente resistencia mecánica para su uso.

Las dificultades descritas anteriormente están ocasionando que la empresa tenga devoluciones del producto, pérdida de clientes y que no puede expandir su clientela pues al competir con empresas de Villarrica y Puerto Tejada Cauca la gente las prefieras a estas pues tiene una percepción de que sus productos son de mayor calidad.

La siguiente tabla evidencia que significa económicamente estas devoluciones por calidad para la compañía:

Tabla 1

Ingresos de la compañía Vs. Los valores por devolución

Item/Producto	Valor unitario	Pn Mes	Valor total Pn/mes	Valor total Pn/año	Valor de devolución producto/ mes	Valor de devolución producto/año
Tolete Rustico	$ 300	60.000 u	$ 18.000.000	$ 216.000.000	$1.200.000	$14.400.000

Tabla 1 Ingresos de la compañía Vs. Los valores por devolución

Fuente: autores.

Se plantea como respuesta a lo anterior la realización de un estudio donde se evidencie la magnitud de la problemática, se proponga una solución a la misma y sirva como guía y soporte para las directivas de la empresa.

2.2.1. Formulación del problema.

¿Cuáles son los factores que inciden en que los productos tengan una calidad deficiente en la empresa “Ladrillera La Jamaica” del municipio de Guachené Cauca?

3. JUSTIFICACIÓN.

Como menciona el estudio Inventario Nacional del Sector Ladrillero (2015) la mayoría de las empresas del Cauca, principalmente de Puerto Tejada y Villarrica se caracterizan por utilizar tecnologías modernas y tecnificadas en la fabricación de ladrillos, por tal motivo es sumamente importante que empresas como "Ladrillera La Jamaica" se preocupen por estandarizar y tecnificar sus procesos si quieren competir con estas en el mercado local y nacional a lo largo del tiempo.

Por otra parte, la realización de este estudio si se pone en práctica permitirá a la empresa, solucionar algunas dificultades evidenciadas en el planteamiento del problema tales como el no aprovechamiento total capacidad instalada, productos con una calidad deficiente con altos niveles de porosidad, baja resistencia al golpe, cizallamiento, abrasión y tracción, procesos no estandarizados, tecnificados y documentados que están conllevado a perdida de dinero por devoluciones que asciende a un valor de $1.200.000 mensual y $14.400.000 anual y pérdida de clientes; pero sobre todo llevará a la organización a ser más productiva puesto que entre aprovechar toda su capacidad instalada y no tener devoluciones por calidad equivaldría a un aumento de $10.200.000 mensual en el total de sus ingresos.

Por último, la ejecución de este trabajo permitirá aplicar y afianzar las herramientas, técnicas, métodos y procedimientos adquiridos en la carrera de Tecnología de Producción Industrial en cuanto a la optimización y normalización de procesos con el fin de que se ajusten a los parámetros con que se rigen otras de la misma naturaleza.

4. OBJETIVOS.

4.1.Objetivo general.

Proponer un modelo de estandarización para el proceso de fabricación de ladrillos artesanales en la Ladrillera “La Jamaica”

4.2.Objetivos específicos.

- Diagnosticar el estado actual del proceso de fabricación de ladrillos en el área de producción en la Ladrillera “La Jamaica”
- Establecer el proceso de fabricación de ladrillo para su estandarización de acuerdo con la norma NTC 296, NTC 4205 y NTC 4017.
- Proponer una distribución en planta para el proceso de fabricación de ladrillo en el área de producción en la ladrillera "La Jamaica" de acuerdo con la estandarización establecida.

5. METODOLOGÍA.

La metodología por utilizar en el proyecto se divide en 3 fases que desarrollan actividades para el logro de los objetivos propuestos.

- Fase 1: Diagnosticar el estado actual del proceso de fabricación de ladrillos en el área de producción en la Ladrillera “La Jamaica”

Esta fase consiste en realizar unas series de visitas de reconocimiento y socialización mediante la cual se informe a los dueños sobre la investigación que desea realizar.

En estas visitas se realizará una recolección de información mediante las técnicas de entrevista, encuesta e inspección.

- Fase 2: Establecer el proceso de fabricación de ladrillo para su estandarización de acuerdo con la norma NTC 296 y NTC 4205

  En esta etapa se establecerán mediante un formato cuales son las directrices bajo la cual la empresa debe producir el ladrillo teniendo en cuenta la normatividad (NTC 296 y NTC 4205).

- Fase 3: Proponer una distribución en planta para el proceso de fabricación de ladrillo en el área de producción en la ladrillera "La Jamaica" de acuerdo con la estandarización establecida.

  En esta fase se realizarán algunos diagramas para definir como son las operaciones, diagrama de flujo, diagrama de análisis de procesos y diagrama de recorrido, con el fin de conocer detalladamente la ejecución del proceso. Una vez obtenidos los anteriores elementos se propondrá un modelo de la ordenación física de los elementos que deben tener los mismos.

  La información obtenida en la fase 2 y 3 será recopilada en un documento escrito (Manual de procedimientos) junto con la obtenida en la fase anterior para su posterior socialización y entrega a las directivas de la empresa.

  Los resultados y propiedad patrimonial de ese documento serán como se acuerde entre la Ladrillera, la Universidad y nosotros.

5.1.Tipo de investigación.

En este trabajo se usa una investigación descriptiva y aplicada pues se basa principalmente en recopilar una serie de datos y ordenarlos para analizar, responder y ayudar a resolver una problemática que se presenta en la vida real.

5.2.Diseño de investigación.

Para llevar a cabo esta investigación se utiliza un diseño de investigación diagnóstica debido a que se evalúa la causa raíz de la problemática determinado el inicio del problema, un diagnóstico y la solución.

5.3.Población y muestra.

La población donde se realizará la investigación es la Ladrillera “La Jamaica” y la muestra es el área de fabricación.

5.4.Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

En el procesamiento y análisis de datos se utilizarán las técnicas de recolección de información (encuesta, entrevista, inspección) y diferentes diagramas de estudio de trabajo que permitan estandarizan el proceso.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En este apartado se muestra el paso a paso de las actividades realizadas para alcanzar los objetivos del proyecto, acompañado de diagramas, gráficos, encuestas y otras herramientas que certifican lo dicho anteriormente:

6.1 Diagnostico del estado actual del proceso de fabricación de ladrillos en el área de producción en la Ladrillera "La Jamaica".

Para la realización de diagnóstico con respecto al estado actual de los pozos sépticos se procedió a realizar las siguientes actividades:

- Visita de reconocimiento y socialización: esta actividad se realizó entre los días 1 y 3 de junio de 2022, se dividió en dos partes; en la primera, se identificó cuáles eran los dueños de la empresa y se tuvo un primer contacto con ellos donde se les explicó en qué consistía el proyecto, que se quería lograr y los beneficios que traería a la empresa a manera general. La segunda consistió en realizar un recorrido por la planta con el fin de observar y obtener datos primarios, en esta visita se le explico más a fondo y detalladamente el alcance y beneficio del proyecto tanto a los propietarios como trabajadores, además se pactó las fechas para la realización de la recolección de información. (Ver anexo 2)
- Recolección de información: está actividad se llevó a cabo entre los días 3 y 18 de junio de 2022 y se ejecutó por medio de las técnicas de recolección de información entrevista, encuesta e inspección.
    - Entrevista: esta actividad se realizó únicamente con los dueños de la empresa a los cuales se les hizo una entrevista informal para obtener una contextualización del sitio objeto de estudio.
    - Encuesta: este proceso realizó únicamente con los operarios de la planta y consistió en el diligenciamiento de un formulario anónimo con preguntas sobre el proceso de producción del ladrillo en el área de producción; el

contenido de éste fue explicado previamente a los operarios para mayor claridad.

- Inspección: en esta labor se ejecutó la constatación y evaluación de cada uno de los procesos que intervenían en el área de producción en la fabricación del ladrillo, se documentó los procesos, se tomó tiempos, fotografías y videos que sirvieron como insumo para la realización de este trabajo.

6.1.1. Resultados de la entrevista.

La entrevista se llevó a cabo en una reunión informal donde se plantearon los siguientes interrogantes a los propietarios: ¿Cuánto tiempo lleva la empresa en funcionamiento? ¿Cuál es la capacidad de producción instalada? ¿Qué materiales se usan para la producción? ¿Cuáles son las fases del proceso de producción del ladrillo de la ladrillera la Jamaica? ¿Qué productos salen? ¿Con cuántos hornos cuenta la fábrica y de que tipo son? ¿En cuánto venden un ladrillo al por mayor y por detal? ¿Tiene devoluciones por la calidad del producto? ¿Qué tecnologías, herramientas, y equipos usan el proceso de producción del ladrillo? ¿Cuentan con alguna documentación donde se describa el proceso de producción la cual sirva como guía? ¿Conocen a cabalidad los requerimientos que exige la normatividad (NTC) para la fabricación del ladrillo?

Interpretación: Teniendo en cuenta la información obtenida en esta entrevista se llegó a una primera deducción y es que en la “Ladrillera la Jamaica” debido a su naturaleza de producción artesanal no se documenta ningún tipo de proceso en cuanto a la producción del ladrillo, no se produce bajo los parámetros de la NTC, no se usa herramientas o equipos adecuados para el proceso.

También a través de la entrevista se pudo obtener datos los cuales sirvieron como insumo para las siguientes tablas:

Tabla 2

Relación de productos.

Ítem/Producto	Medidas	Valor unitario	Pn Mes	Valor total Pn/mes
Tolete Rustico	11 A X 24 L X 7 A	$ 300	60.000 u	$ 18.000.000
Farol	20 A X 30 L X 10 A	$ 800	20.000 u	$ 16.000.000

Tabla 2 Relación de productos Fuente: Autor

Fuente: autores.

Tabla 3

Características técnicas del ladrillo.

Características/ producto	Dimensiones	Absorción	Resistencia
Tolete Rustico	11 A X 24 L X 7 A	NA	NA
Farol	20 A X 30 L X 10 A	NA	NA

Tabla 3 características técnicas del ladrillo Fuente: Autor

Fuente: autores.

6.1.2. Resultados de la encuesta.

La encuesta se ejecutó a los 10 operarios que intervienen en el proceso de producción del ladrillo (ver anexo 1.)

La encuesta aplicada a los 10 operarios de producción de la ladrillera arrojó que en un 100% no se cuenta con una documentación donde se registre el proceso, que no se produce el

ladrillo bajo las características técnicas de NTC, que no se cuenta con los equipos de medición y que no cuenta con la infraestructura, equipos, herramientas y tecnología necesaria para poder competir en el mercado con las empresas del sector.

- Con respecto a la pregunta ¿La empresa ladrillera "La Jamaica" cuenta con algún tipo de documento donde se registre el proceso o paso a paso que se debe llevar a cabo para la producción del ladrillo? Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4

Tabla de frecuencia pregunta 1 encuesta.

¿La empresa ladrillera "La Jamaica" cuenta con algún tipo de documento donde se registre el proceso o paso a paso que se debe llevar a cabo para la producción del ladrillo?	*Fi*	*Ni*	*Fi/n*	*Hi*	*%*	*%A*
SI	0	0	0	0	0	0
NO	10	10	1	1	100	100
Total	10					

Tabla 4 Tabla de frecuencia pregunta 1 encuesta. Fuente: Autor

Fuente: autores.

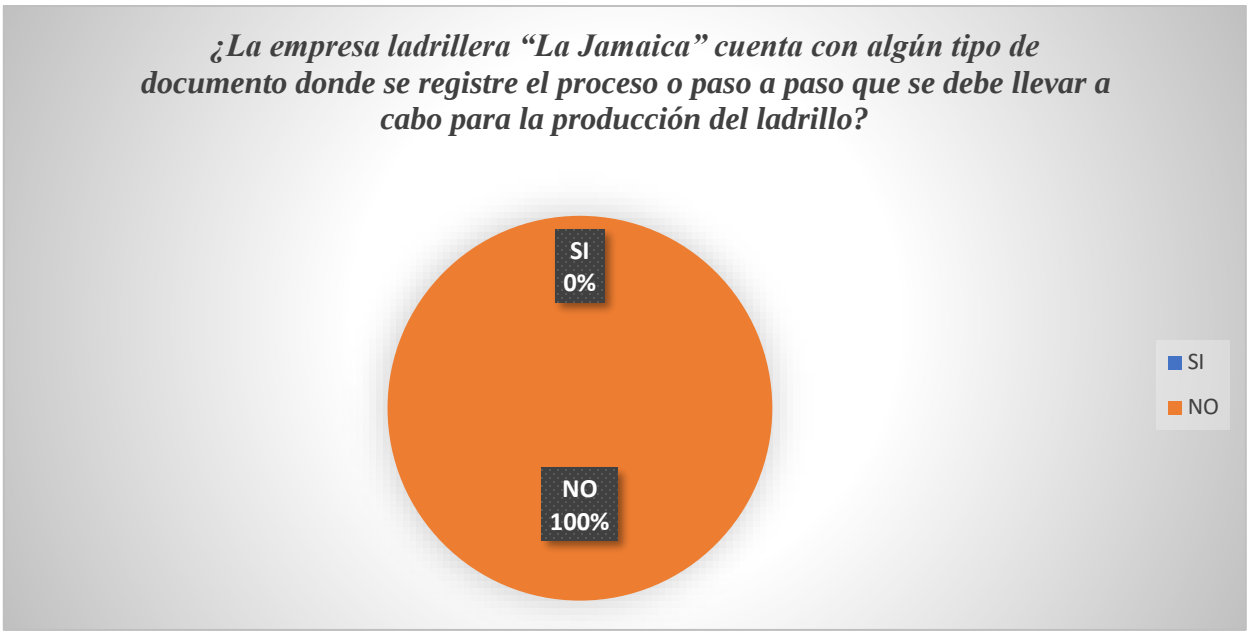


Gráfico 1 Pregunta 1 encuesta Fuente: Autor

Fuente: autores.

Interpretación: según los resultados el 100% de los encuestados aseguran que la empresa no cuenta con ningún tipo de documentación donde se registren sus procesos, evidenciado así que el proceso se lleva a cabo de forma empírica.

- Con respecto a la pregunta ¿Cuenta la empresa con instrumentos de medición como Termocuplas y pirómetros portátiles digitales? Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5

Tabla de frecuencia pregunta 2 encuesta.

¿Cuenta la empresa con instrumentos de medición como Termocuplas y pirómetros portátiles digitales?	*Fi*	*Ni*	*Fi/n*	*Hi*	*%*	*%A*
SI	0	0	0	0	0	0

NO	10	10	1	1	100	100
Total	10					

Tabla 5 Tabla de frecuencia pregunta 2 encuesta. Fuente: Autor

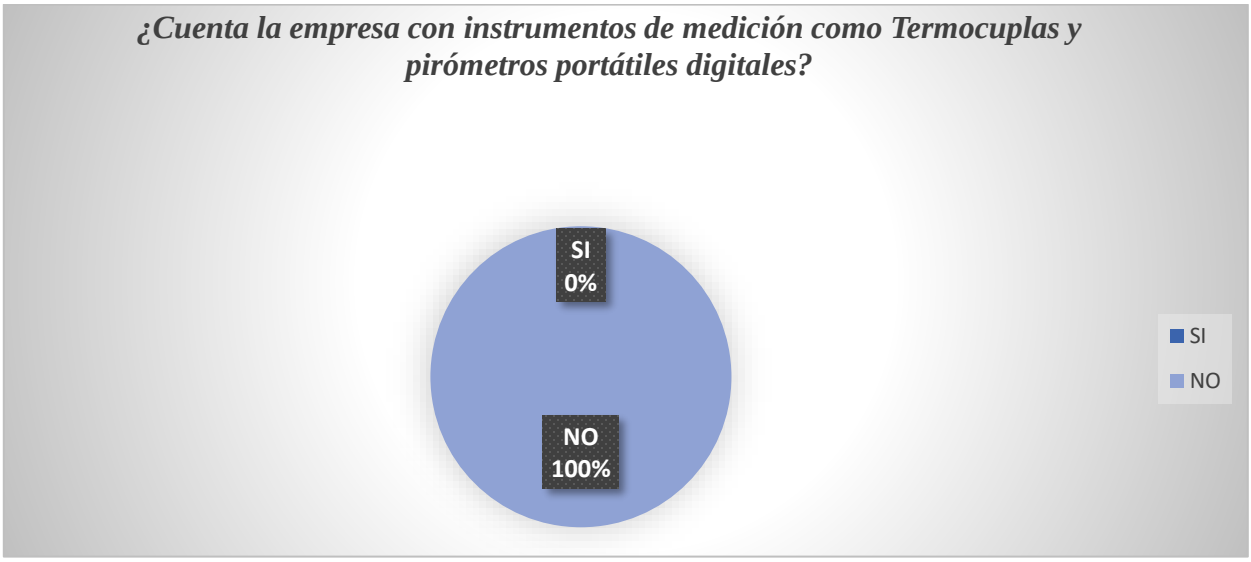


Gráfico 2 Pregunta 2 encuesta. Fuente: Autor.

Fuente: autores.

Interpretación: según los resultados el 100% de los encuestados manifiestan que la empresa no cuenta con instrumentos de medición como Termocuplas y pirómetros portátiles digitales, siendo estos vitales para el proceso de cocción que es donde adquiere la resistencia el ladrillo.

- Con respecto a la pregunta ¿Para la producción del ladrillo se tienen en cuenta las características técnicas establecida por la Norma Técnica Colombiana? Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6

Tabla de frecuencia pregunta 3 encuesta.

¿Para la producción del ladrillo se tienen en cuenta las características técnicas establecida por la Norma Técnica Colombiana?	*Fi*	*Ni*	*Fi/n*	*Hi*	*%*	*%A*

SI	0	0	0	0	0	0
NO	10	10	1	1	100	100
Total	10					

Tabla 6 Tabla de frecuencia pregunta 3 encuesta. Fuente: Autor

Fuente: autores.

Gráfico 3 Pregunta 3 encuesta. Fuente: Autor

Fuente: autores.

Interpretación: según los resultados el 100% de los encuestados confirma que para la producción del ladrillo no se tienen en cuenta las características técnicas establecida por la Norma Técnica Colombiana y se hace empíricamente según la percepción del operario.

- Con respecto a la pregunta ¿Cuenta usted con algún tipo de formación académica acerca del proceso de fabricación del ladrillo? Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7

Tabla de frecuencia pregunta 4 encuesta.

¿Cuenta usted con algún tipo de formación académica acerca del proceso de fabricación del ladrillo?	*Fi*	*Ni*	*Fi/n*	*Hi*	*%*	*%A*
SI	2	2	0.2	0.2	20	20
NO	8	10	0.8	1	80	100
Total	10					

Tabla 7 Tabla de frecuencia pregunta 4 encuesta. Fuente: Autor

Fuente: autores.

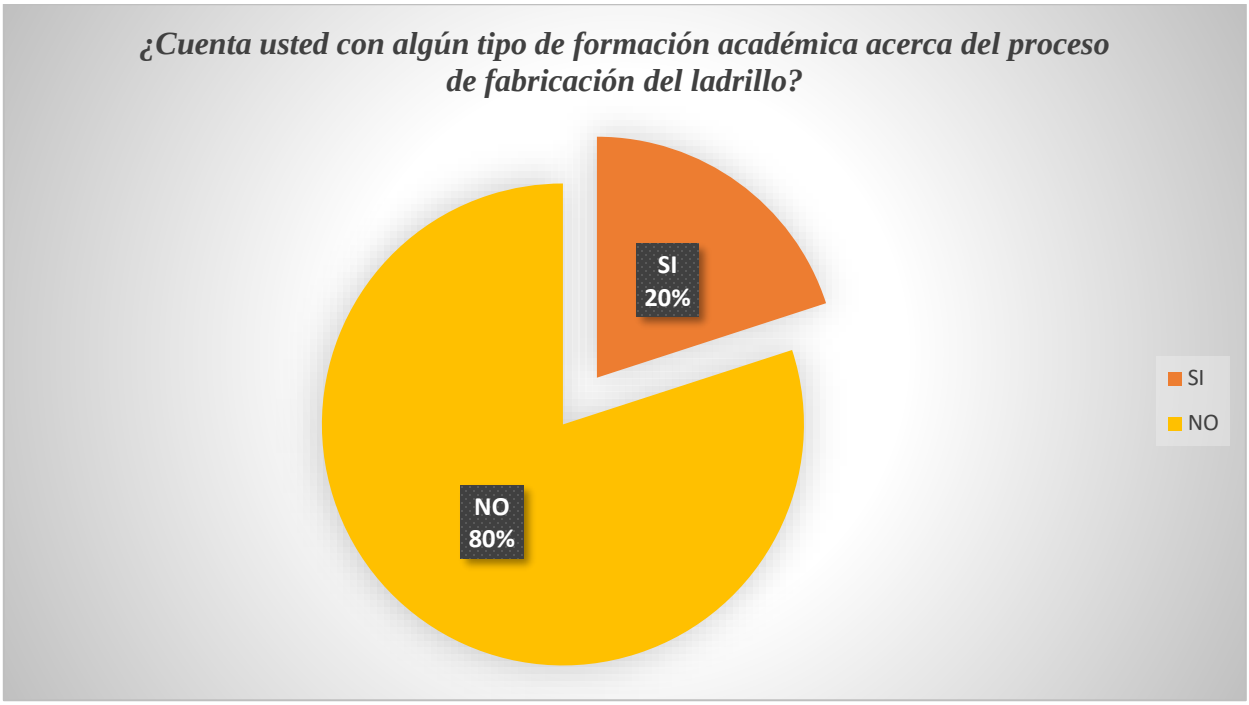


Gráfico 4 Pregunta 4 encuesta. Fuente: Autor

Fuente: autores.

Interpretación: según los resultados el 80% de los encuestados no cuenta con algún tipo de formación académica acerca del proceso de fabricación del ladrillo.

- Con respecto a la pregunta ¿Considera usted que la empresa cuenta con la infraestructura, equipos, herramientas y tecnología necesaria para poder competir en el mercado con las empresas del sector? Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8

Tabla de frecuencia pregunta 5 encuesta.

¿Considera usted que la empresa cuenta con la infraestructura, equipos, herramientas y tecnología necesaria para poder competir en el mercado con las empresas del sector?	*Fi*	*Ni*	*Fi/n*	*Hi*	*%*	*%A*
SI	0	0	0	0	0	0
NO	10	10	1	1	100	100
Total	10					

Tabla 8 Tabla de frecuencia pregunta 5 encuesta. Fuente: Autor

Fuente: autores.

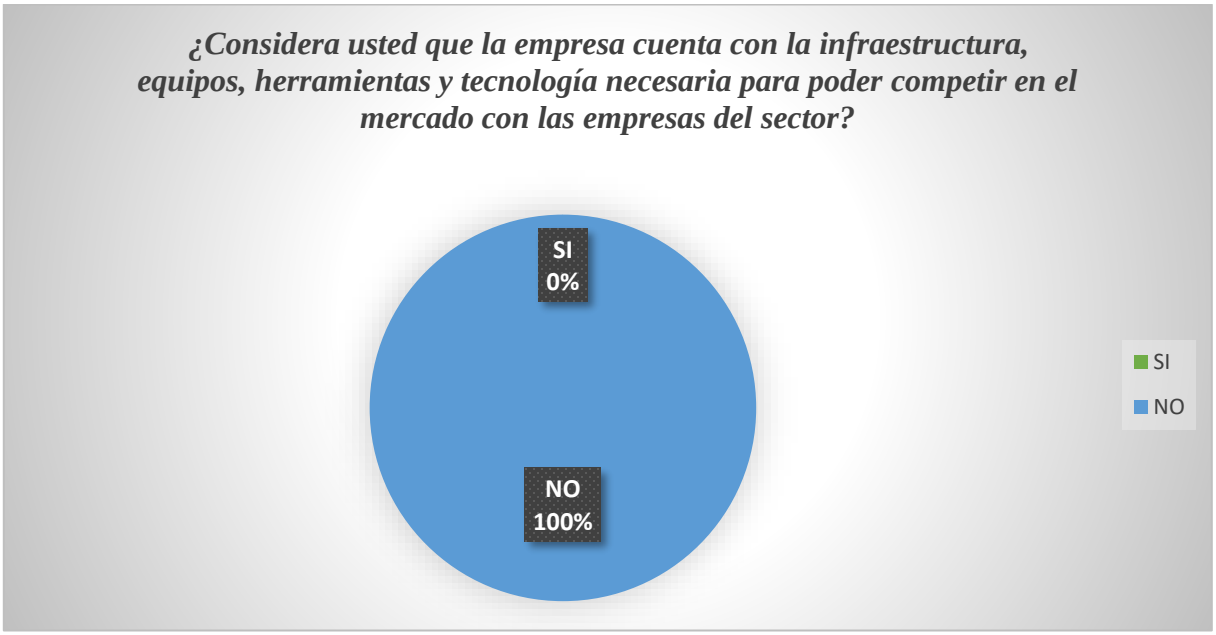


Gráfico 5 Pregunta 5 encuesta. Fuente: Autor

Fuente: autores.

Interpretación: La empresa no cuenta con la infraestructura, equipos, herramientas y tecnología necesaria para poder competir en el mercado con las empresas del sector por lo que se hace necesario la estandarización de sus procesos.

- Con respecto a la pregunta ¿Ha observado alguna vez devoluciones del producto porque no cumple con los requerimientos del cliente? Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9
Tabla de frecuencia pregunta 6 encuesta.

¿Ha observado alguna vez devoluciones del producto porque no cumple con los requerimientos del cliente?	*Fi*	*Ni*	*Fi/n*	*Hi*	*%*	*%A*
SI	6	6	0.6	0.6	60	60
NO	4	10	0.4	1	40	100
Total	10					

Tabla 9 Tabla de frecuencia pregunta 6 encuesta. Fuente: Autor

Fuente: autores.

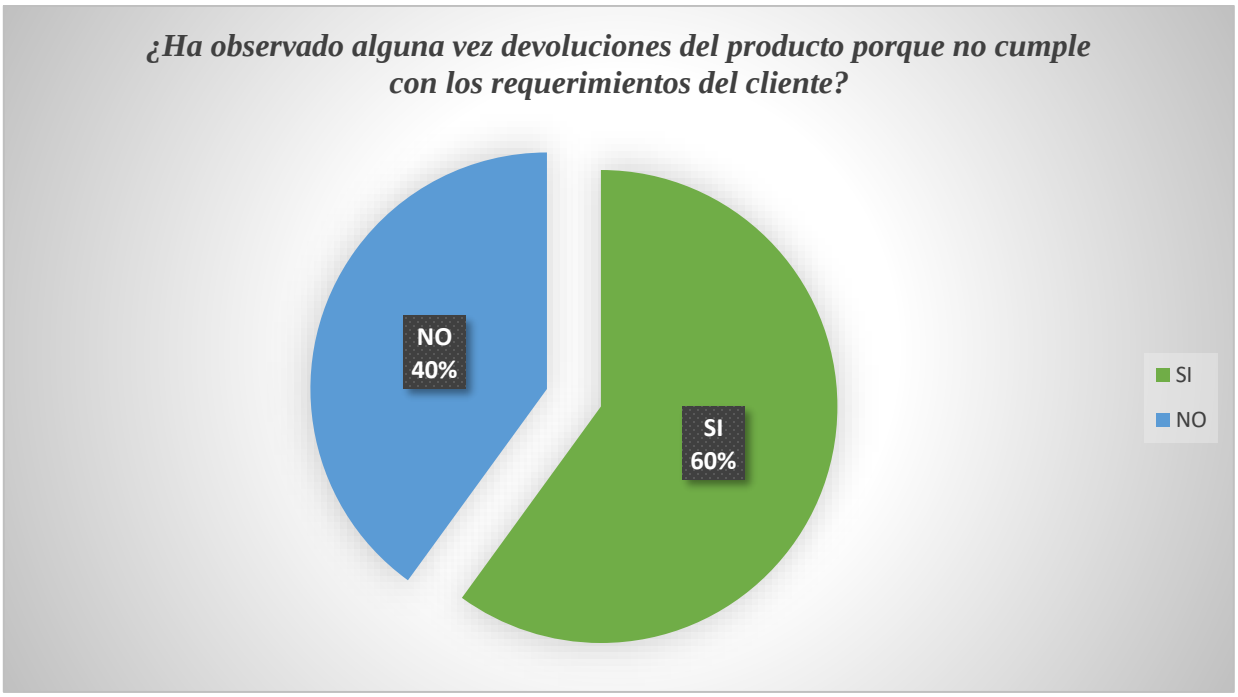


Gráfico 6 Pregunta 6 encuesta. Fuente: Autor

Fuente: autores.

Interpretación: según los resultados el 60% de los encuestados ha observado alguna vez devoluciones del producto porque no cumple con los requerimientos del cliente, lo que evidencia que no se está llevando a cabo adecuadamente el proceso de fabricación del ladrillo y esto está repercutiendo en la calidad del mismo.

- Con respecto a la pregunta ¿Se cuenta con un tiempo estándar establecido para el proceso de cocción de la masa? Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10

Tabla de frecuencia pregunta 7 encuesta.

¿Se cuenta con un tiempo estándar establecido para el proceso de cocción de la masa?	*Fi*	*Ni*	*Fi/n*	*Hi*	*%*	*%A*
SI	0	0	0	0	0	0
NO	10	10	1	1	100	100

Total	10

Tabla 10 Tabla de frecuencia pregunta 7 encuesta. Fuente: Autor

Fuente: autores.

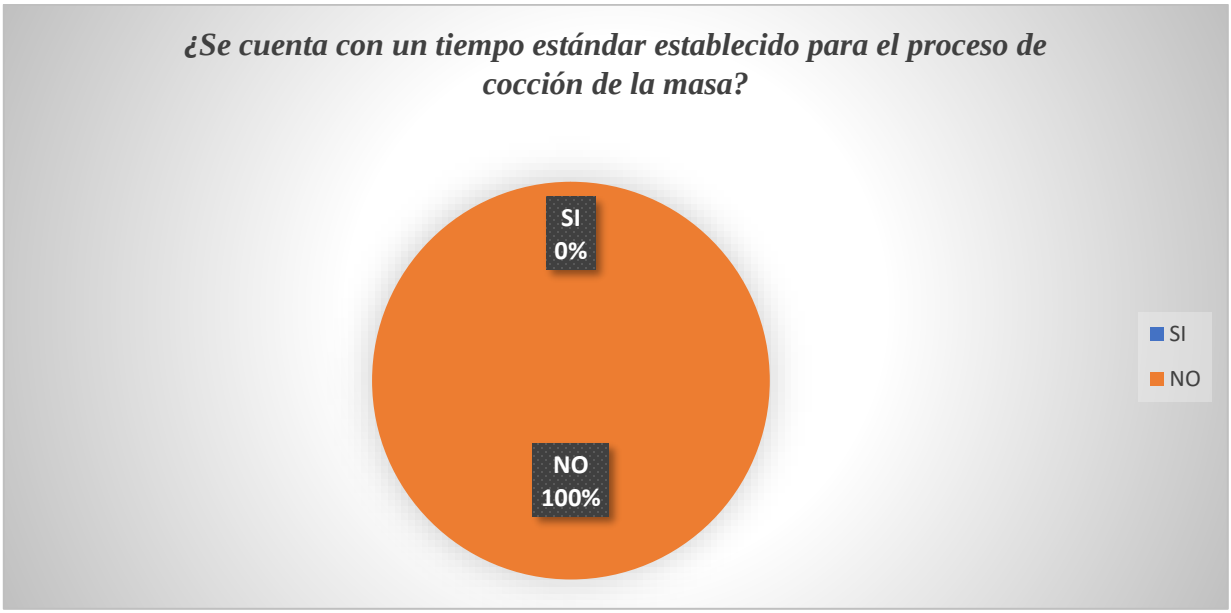


Gráfico 7 Pregunta 7 encuesta. Fuente: Autor

Fuente: autores.

Interpretación: según los resultados el 100% de los encuestados afirman que no se cuenta con un tiempo estándar establecido para el proceso de cocción de la masa sabiendo que este es un punto crítico pues ahí es donde adquiere la resistencia el ladrillo.

6.1.3. Resultado de la inspección.

Con la constatación ocular de cada uno de los procesos que se realizan en la ladrillera "La Jamaica" para la producción del ladrillo se logró evidenciar que existe una problemática en cuanto a los métodos, equipos, herramientas y tecnologías que se usan o en este caso no se usan para esta actividad, comprobando la falta de estandarización de este.

Durante estas visitas se tomaron varias evidencias como fotografías y videos para documentar el proceso; además, se realizaron varias tomas de tiempo al proceso de cocción

puesto que se considera que este es el punto crítico del mismo. De esta se obtuvo como resultado la siguiente tabla:

Tabla 11

No.	Tiempo(días)
1	5
2	4
3	4
4	3
5	4
6	4
Promedio	**4**
Max	**5**
Min	**3**
Desviación.	**0.57**

Tabla 11 Tiempo tomado al proceso de cocción.

Fuente: autores.

6.1.4. Discusión y/o análisis del diagnóstico.

Con la ejecución del diagnóstico a través de las visitas de reconocimiento y socialización y la recolección de información por medio de la entrevista, encuesta e inspección se constató y determinó que la ladrillera la Jamaica cuenta con dos hornos artesanales los cuales producen 60000 u/mes de tolete rustico de 11 ancho x 24 largo x 7 alto y otro horno que produce 20000 u / mes de farol el cual es sacado por una máquina. La empresa cuenta con una capacidad instalada del tolete rustico de 90000 u/ mes de la cual solo se produce 60000 u/mes lo que quiere decir que se está desaprovechando más del 33.33% de su capacidad.

En el proceso de cocción de la masa que es el más importante debido a que en este se obtiene la resistencia del ladrillo se observó que su realización es totalmente empírica. Se les cuestiono sobre las características técnica que debe tener el ladrillo según la norma y los

tiempos y temperatura que debe ser sometido el proceso y el operario de producción que estaba ejecutando el proceso mencionó textualmente: “Nosotros sabemos a cálculo cuanta leña necesita el horno para funcionar, regularmente son 12 horas para la cocción y en cuanto a características sabemos que el ladrillo ya está porque se alza la candela porque el ladrillo no tiene nada de agua”.

Como resultado general del diagnóstico se demostró que los procesos que se ejecutan en la ladrillera “La Jamaica” para la producción del ladrillo son 100% artesanales, que no se tienen en cuenta las características técnicas establecida por la Norma Técnica Colombiana(NTC), que no realizan ninguna prueba de calidad como por ejemplo la resistencia a la compresión que según la norma NTC 4205 establece si el ladrillo es de primera o segunda clase, que no se cuenta con instrumentos de medición de tiempo y temperatura, que los tiempos son ejecutados según el operario de turno, que no se cuenta con ningún tipo de documentación donde se registre procedimiento del proceso, materiales, herramientas y equipos que intervienen en el mismo, en definitiva el proceso de fabricación del ladrillo es llevado a cabo únicamente mediante la experiencia del operario que la realiza. Lo anteriormente mencionado ha llevado a que la empresa tenga algunos problemas en cuanto la calidad del ladrillo pues al no tener un método de fabricación establecido y estandarizado la misma es muy variable, por tal motivo, es de suma importancia este trabajo donde se propondrá un modelo de adaptación de los procesos que se realizan en la ladrillera “La Jamaica” a un modelo que se considere de referencia y se adapte a lo establecido por la norma (NTC).

Ilustración 10 Horno Fuente: Autores.

Fuente: autores.

6.2. Proceso de fabricación para la ladrillera "La Jamaica" de acuerdo con la norma NTC 296, NTC 4205 y NTC 4017.

Para establecer las características técnicas del ladrillo a producir en ladrillera "La Jamaica" según la Norma Técnica Colombiana se tomó como referencia el trabajo de Muñoz Umaña (2021) y se adaptó a las necesidades y capacidades de esta.

A continuación, se traen a colación los ítems que se consideran indispensables que se midan y cumplan en la organización para que la calidad del ladrillo mejore y, que se creen que la empresa puede aplicarlo sin hacer una gran inversión:

- **Absorción del agua:** este proceso se debe realizar con el ladrillo ya terminado, es indispensable medirla debido a que la misma daña la durabilidad y resistencia al ambiente natural del ladrillo. La NTC 4017 establece: "para el ensayo deben estar compuestos por cinco (5) unidades libres de partículas sueltas, secos y fríos, para someterlos a inmersión durante 24 horas en agua limpia a 22°C, luego evalúan la saturación, secando el exceso de agua con un paño húmedo y finalmente determinan la masa" (Manuel & Lozano, 2016).
- **Durabilidad:** este proceso se debe realizar con el ladrillo ya terminado, la norma NTC 4017 establece que se debe medir la durabilidad del ladrillo en cuanto al tiempo y como afecta este a su textura, esta precisa que no puede haber roturas o pérdida de masa superiores al 0.5% en relación con el peso en seco y este debe realizarse en 50 ciclos.
- **Control técnico de temperatura:** este se debe realizar en los procesos de cocción y secado dado que en estos se definirán las propiedades fundamentales del ladrillo como la resistencia al golpe. La norma establece que el proceso de secado se debe

hacer sometiendo la pieza a una temperatura de 75 °C durante un tiempo prolongado y que no se debe hacer al sol puesto que la reducción de absorción de agua no se da de manera correcta lo que afecta la durabilidad y resistencia de este.

Resumen de las principales características técnicas que debe usar la ladrillera "La Jamaica para producir el tolete rustico según la norma NTC 296, NTC 4205 y NTC 4017.

Tabla 12

Ítems	Medida
Dimensiones.	**230 L X 110A X 50 AL**
Absorción de agua.	**Someter 5 unidades a inmersión durante 24 horas en agua limpia a 22°C y evaluar la saturación.**
Temperatura de cocción.	**Someter el ladrillo a una temperatura de máxima que varía entre 800 y 1300 °C entre 2 y 3 días.**
Temperatura de secado.	**Someter el ladrillo a una temperatura de 75 °C durante un tiempo prolongado.**
Durabilidad.	**Medir que la pérdida de masa no sea mayor al 0.5% en relación con el peso en seco.**

Tabla 12 Características técnicas del tolete rustico. Fuente: autor.

Fuente: autores.

- **Hornos:** en cuanto a los hornos la empresa tampoco cumple con la normatividad como se observa en la ilustración 11 así que también requieren una intervención, sin embargo, se sabe que las directivas no están en la capacidad económica para asumir una inversión tan grande y que estos puedan cumplir con la misma. Por tal motivo, se ha hecho una adaptación sobre algunos ítems de la norma que se creen que se pueden cambiar sin requerir una gran inversión.

  Para cumplir con la normatividad la empresa debe construir un HORNO DE CÁMARAS MÚLTIPLES el cual debe tener:

- 4 cámaras de cocción.
- Cámaras de combustión.
- Ductos de succión.
- Compuertas de evacuación de gases.
- Chimenea.
- Orificios de alimentación de combustible sólido granulado.
- Equipos auxiliares y accesorios.

6.3. Distribución en planta para el proceso de fabricación de ladrillo en el área de producción en la ladrillera "La Jamaica"

Para establecer la distribución física adecuada que se debe tener en la ladrillera primero se mostrará como es la misma actualmente y como se lleva a cabo el proceso por medio de los siguientes diagramas:

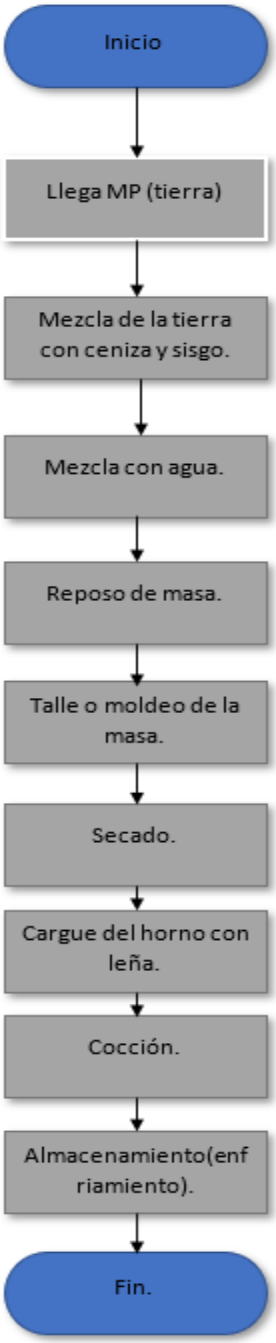


Ilustración 11 Diagrama de flujo del proceso de producción del ladrillo de la ladrillera "La Jamaica"

Fuente: autores.

Nota: Sisgo es una viruta que sale de la madera cuando la cortan y cepillan.

Llegada de MP

Mescla de tierra con ceniza y sisgo

Talle, modelo y Secado

Cargue de horno y cocción

Tabla 13

Proceso: Fabricación del ladrillo						**Resumen**			
Empieza: Llegada de MP (tierra)						**Actividad**		**Actual**	**Propuesta.**
Termina: Almacenamiento del ladrillo al aire libre.						**Operación**		**5**	
Diagrama de: Materiales (X) Personas ( )			**Pág. 1 de 1**			**Transporte**		**1**	
Método: Actual (X) Propuesto ( )						**Demora**			
Hecho por:						**Inspección**			
Aprobado Por:						**Almacén**		**1**	
						Operación-inspección.		**3**	
						Tiempo(días)		**15.58**	
						Distancia (m)			
Descripción	**Distancia**	**Tiempo**							**Observaciones.**
Llegada de MP (tierra)									**En ocasiones esta MP es extraída de la misma ladrilla con una retroexcavadora.**
Descargue de la MP.		**0.08**							**Regularmente llegan en volquetas.**
Mezcla de la tierra con sisgo, ceniza y agua.		**1/2**							**El tiempo de esta actividad varía según la cantidad a producir.**
Reposo de la masa.		**1**							
Talle o moldeo de la masa.		**1**							
Secado.		**8**							
Cargue del horno con leña.		**1/2**							
Transporte de los bloques.		**1/2**							**Se realiza en Carretillas Buggy las cuales son muy pequeñas lo que demora más el proceso.**
Cocción.		**4**							
Almacenamiento del ladrillo al aire libre.									

Tabla 13 Diagrama de análisis de proceso para la fabricación de ladrillo en la Ladrillera "La Jamaica"

Fuente: autores.

Distribución de planta actual.

En el siguiente diagrama se muestra como están distribuida físicamente las áreas de la empresa y el desplazamiento (flechas) que se hace para la elaboración del producto. Se evidencia el desorden que hay a la hora de ejecutar el proceso, y como debido a la mala distribución de las áreas entre otras cosas se realizan recorridos innecesarios lo que repercute en el aumento del tiempo de la ejecución del proceso.

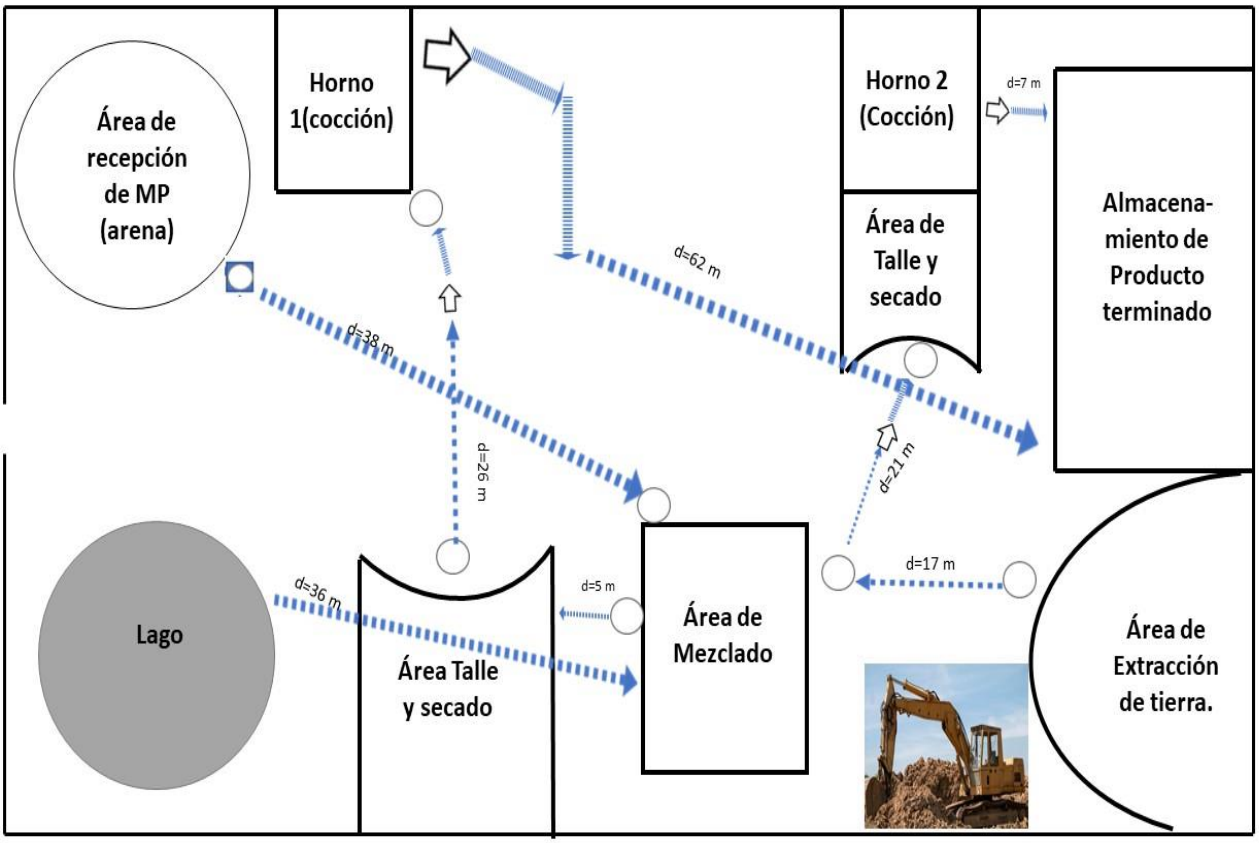


Ilustración 12 Distribución de planta actual. Fuente:autor.

Fuente: autores.

Distancia recorrida (m)=212

Tiempo (días) = 15.58 (establecido en el diagrama de la tabla 13)

6.3.1. Distribución de planta propuesta.

En el siguiente diagrama se muestra como debe ser la distribución física de las áreas teniendo en cuenta los cambios propuestos como lo son el horno de cámaras múltiples y otras áreas de prueba de control de calidad exigida por la normatividad (NTC 296, NTC 4205 y NTC 4017).

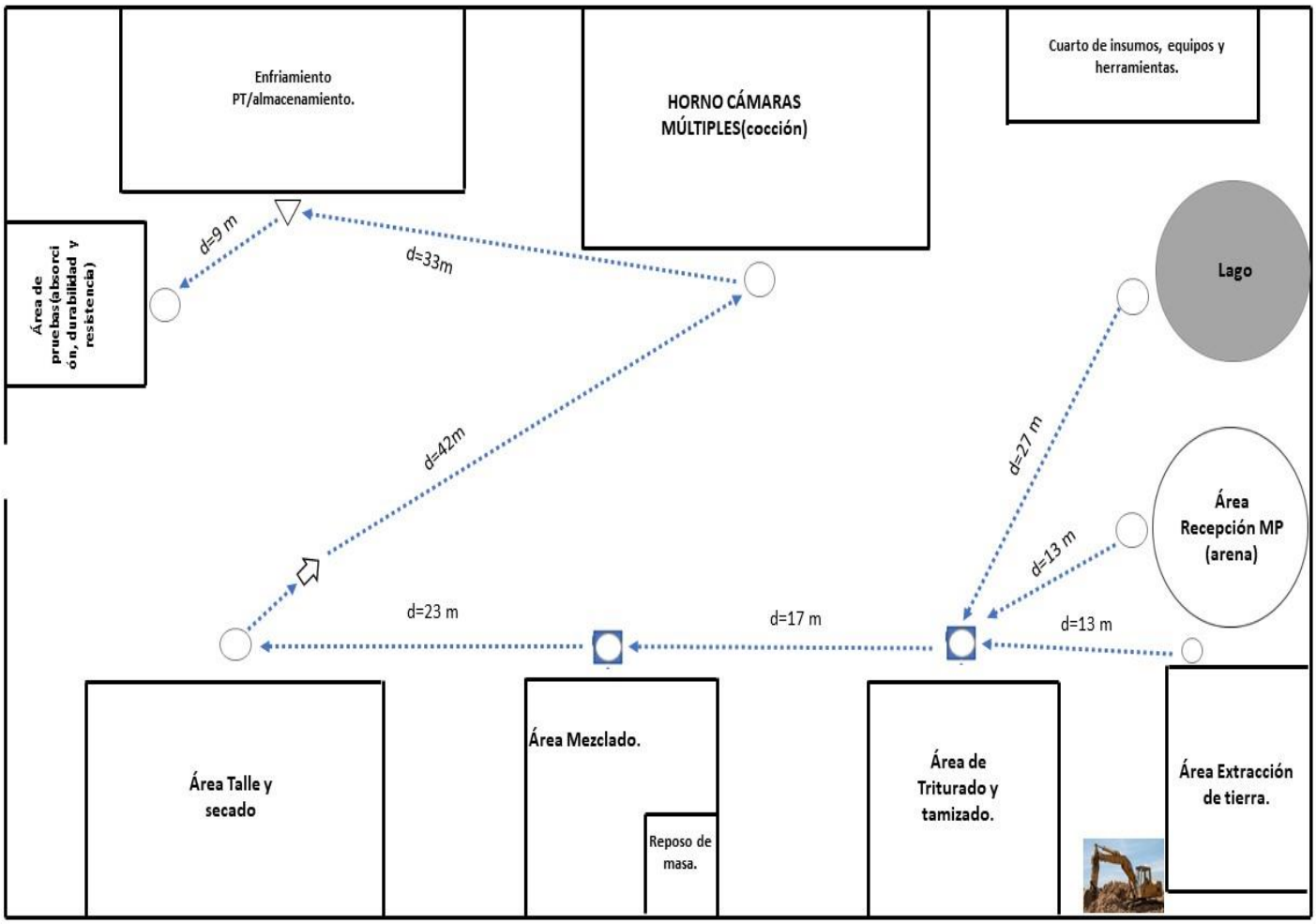


Ilustración 13 Distribución de planta propuesta. Fuente: autor.

Fuente: autores.

Distancia recorrida (m)=177

Tiempo recorrido(días) = 9.08(establecido en el numeral 6.4 manual de procedimientos)

Diagrama con distancia en desplazamiento y tiempo

Tabla 14

Proceso: Fabricación del ladrillo						**Resumen**			
Empieza: Llegada de MP (tierra)						**Actividad**		**Actual**	**Propuesta.**
Termina: Almacenamiento del ladrillo al aire libre.						**Operación**		**5**	
Diagrama de: Materiales (X) Personas ( )		**Pág. 1 de 1**				**Transporte**		**1**	
Método: Actual (X) Propuesto ( )						**Demora**			
Hecho por:						**Inspección**			
Aprobado Por:						**Almacén**		**1**	
						Operación-inspección.		**3**	
						Tiempo(días)		**15.58**	
						Distancia (m)			
Descripción	**Distancia**	**Tiempo**							**Observaciones.**
Llegada de MP (tierra)									**En ocasiones esta MP es extraída de la misma ladrilla con una retroexcavadora.**
Descargue de la MP.	**38m**	**0.08**							**Regularmente llegan en volquetas.**
Mezcla de la tierra con sisgo, ceniza y agua.	**17m**	**1/2**							**El tiempo de esta actividad varía según la cantidad a producir.**
Reposo de la masa.	**5m**	**1**							
Talle o moldeo de la masa.	**5m**	**1**							
Secado.	**21m**	**8**							
horno con leña.	**26m**	**1/2**							
Transporte de los bloques.	**7m**	**1/2**							**Se realiza en Carretillas Buggy las cuales son muy pequeñas lo que demora más el proceso.**
Cocción.	**62m**	**4**							
Almacenamiento del ladrillo al aire libre.									

Tabla 14 Diagrama con distancia en desplazamiento y tiempo

Fuente: autores.

6.3.2. Discusión y/o análisis de los diagramas.

Teniendo en cuenta lo evidenciado en el diagrama de análisis de procesos donde se registran los tiempos, las actividades y las operaciones que se realizan para la fabricación de ladrillo en la Ladrillera “La Jamaica”, la empresa utiliza un tiempo promedio de 15. 58 días para un lote de producción, lo cual es mucho tiempo puesto que empresas de la misma naturaleza utilizan entre 10 y 11 días para producciones similares. Esto se debe a la no estandarización del proceso puesto que, al no usar los equipos e instrumentos adecuados, no tener procesos documentados, no contar ni siquiera con hornos en buenas condiciones, o buena distribución física de los elementos, conlleva a que una actividad tome mucho más tiempo del que se necesita para su ejecución lo que ha llevado a problemas como por ejemplo no aprovechar la capacidad real de producción.

Con la distribución de planta propuesta se logró establecer que aun con el aumento de las áreas sugeridas por la norma con una mejor organización de las áreas físicas se reducirá la distancia de recorrido en 35 metros lo que a su vez reducirá el tiempo de operación.

En general la elaboración de los diagramas permitió corroborar a detalle que en la mayoría de los procesos que se realizan en la ladrillera para llevar a cabo la fabricación del ladrillo no se usan los elementos adecuados para elaborar un ladrillo de mejor calidad, que cumpla con la normativa y que se pueda considerar estandarizado manteniendo la categoría de artesanal.

6.4.Manual de procedimientos.

En el siguiente manual de procedimientos se describe como se debe realizar el proceso de fabricación en la ladrillera, teniendo en cuenta la normativa; es decir, que dimensiones debe tener el ladrillo, que instrumentos usar y cuales políticas aplicar, todo esto teniendo en cuenta las posibilidades económicas de inversión de la empresa.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

PARA LA LADRILLERA “LA

JAMAICA”

Ladrillera “La Jamaica”	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.
Área:	**PRODUCCIÒN.**
Edición No: 1	**Pag 1.**

Actividad: RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA (Tierra)

Objetivo: recibir la materia prima (tierra) de los medios de transporte (volqueta)

Duración:

Responsable: Operario de turno.

Procedimiento:

- Llegada de la materia prima (Tierra).
- Descargar la tierra de la volqueta.
- Extracción de tierra en algunos casos.

Políticas:

- Contar con formatos donde se registre la cantidad de MP (tierra) que ingresa.
- Establecer un lugar para recepción de la MP (tierra).
- Aplicar proceso de trituración y tamizado para retirar elementos extraños.
- Mantener únicamente el personal involucrado en la actividad.

Instrumentos o herramientas para utilizar:
➢ Palas. ➢ Excavadora. ➢ Volqueta.

Fuente: autores.

Ladrillera “La Jamaica”	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.
Área:	**PRODUCCIÓN.**
Edición No: 1	**Pag 2.**
Actividad: MEZCLADO.	
Objetivo: Mezclar los componentes con la tierra o arcilla con el fin de forma una pasta.	
Duración: 1/2 día.	
Responsable: Operario de turno.	
Procedimiento: ➢ Dejar la tierra al aire libre. ➢ Mezclar la tierra con sisgo y ceniza. ➢ Agregarle agua a la mezcla. Al realizar este proceso se tendrá una mezcla sin elementos extraños lo que a la final repercutirá en la calidad y el productor se beneficiará en que tendrá menos devoluciones. PH es la perforación que se realiza para medir la capacidad de absorción del ladrillo. La finalidad del PH, según la NTC es medir absorción del ladrillo, para asi obtener un producto de buena calidad.	
Políticas: ➢ Mantener únicamente el personal involucrado en la actividad. ➢ Verificar una vez terminado el proceso que la pasta sea uniforme y manejable.	

Instrumentos o herramientas para utilizar: ➢ Palas.

Fuente: autores.

Ladrillera “La Jamaica”	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.
Área:	**PRODUCCIÒN.**
Edición No: 1	**Pag 3.**
Actividad: MOLDEO O TALLE.	
Objetivo: Moldear la pasta de tierra o arcilla para darle la forma al ladrillo.	
Duración: 1 día.	
Responsable: Operario de turno.	
Procedimiento: ➢ Moldear la pasta. ➢ Obtener los bloques.	
Políticas: ➢ Utilizar moldes con medidas en mm 230 L X 110A X 50 AL ➢ Mantener únicamente el personal involucrado en la actividad.	

Instrumentos o herramientas para utilizar:

- Moldes (graveras de madera)

Fuente: autores.

Ladrillera “La Jamaica”	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.
Área:	**PRODUCCIÒN.**
Edición No: 1	**Pag 4.**
Actividad: Secado.	

Objetivo: someter la pieza a una deshidratación rápida para que la misma adquiera las propiedades para la cocción.
Duración: 4 días.
Responsable: Operario de turno.
Procedimiento: ➢ Poner los bloques a secar a la temperatura adecuada de 75 ºC para que la reducción de absorción de agua se dé de manera correcta y no afecte la durabilidad y resistencia del ladrillo.
Políticas: ➢ Según la norma se deben secar a unan temperatura de 75 °C durante un tiempo prolongado. ➢ Realizar siempre control técnico de temperatura.
Instrumentos o herramientas para utilizar: ➢ Termocuplas y pirómetros portátiles digitales. ➢ Cámara de pre-secado.

Fuente: autores.

Ladrillera “La Jamaica”	**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.**
Área:	**PRODUCCIÒN.**
Edición No: 1	**Pag 5.**
Actividad: Cocción.	

Objetivo: someter la pieza a una acción de calor por un tiempo determinado a determina temperatura con el fin de que la misma pierda humedad y adquiera unas propiedades determinadas (resistencia a la compresión, durabilidad, absorción, etc.)
Duración: Entre 2 y 3 días.
Responsable: Operario de turno.
Procedimiento: ➢ Calcular la cantidad de leña que necesita el horno. ➢ Cargar el horno con la leña. ➢ Transportar los bloques al horno. ➢ Someter a los bloques a cocción. ➢ Llevar el ladrillo a enfriamiento.
Políticas: ➢ Someter el ladrillo a una temperatura de máxima que varía entre 800 y 1300 °C entre 2 y 3 días. ➢ Realizar siempre control técnico de temperatura. ➢ Establecer formatos donde se registre que cantidad de leña se necesita para X cantidad de MP.
Instrumentos o herramientas para utilizar: ➢ Hornos (adecuados según el # 6.2) ➢ Termocuplas y pirómetros portátiles digitales.

Fuente: autores.

Ladrillera “La Jamaica”	**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.**
Área:	**PRODUCCIÒN.**
Edición No: 1	**Pag 1.**
Actividad: Almacenamiento/enfriamiento.	
Objetivo:	
Duración: 2 días.	
Responsable: Operario de turno.	
Procedimiento: ➢ Dejar enfriar el ladrillo a temperatura ambiente.	

Políticas: ➢ Realizar pruebas de absorción y durabilidad. ➢ Establecer formatos donde se registren los resultados de las pruebas de absorción y durabilidad.
Instrumentos o herramientas para utilizar: ➢ Formatos de registros

Fuente: autores.

7. CONCLUSIONES.

- Mediante la realización de esta investigación, visitas y libros se pudo diagnosticar que en Colombia gran parte de las empresas dedicadas a la producción de ladrillos incluida la ladrillera "La Jamaica" lo hacen de manera artesanal sin procesos estandarizados y, además, no tienen en cuenta la normatividad. Sin embargo, la ejecución de este permitió constatar que organizaciones de esta naturaleza pueden estandarizar sus procesos sin la necesidad de hacer una gran inversión económica solo cambiado sus métodos para realizar el proceso, utilizando herramientas correctas y aplicando la normatividad.
- Con la ejecución de este trabajo la ladrillera "La Jamaica" podrá estandarizar sus procesos y mejorar la calidad de su ladrillo mediante la correcta aplicación de los parámetros establecidos en el manual de procedimientos el cual se diseñó de acuerdo con la normatividad y lo investigado en el marco teórico sobre como se hacía este proceso en empresas artesanales e industriales de la zona para luego tomarlo de referencia y adaptarlo a la ladrillera. En el manual se sugiere la forma adecuada de realizar el proceso y de qué manera, las políticas que debe tener la empresa, las herramientas y equipos correctos a utilizar y los ítems considerados indispensables que dicta la normatividad (NTC 296, NTC 4205 y NTC 4017) y que aplican a la ladrillera, lo cual conllevará a la empresa a ser más competitiva en el mercado y poder competir con las ladrilleras industrializadas de la zona.
- Por último, la elaboración de este trabajo permitirá establecer la distribución física adecuada que deben tener las áreas de la ladrillera para que la ejecución del proceso

en el día a día sea más organizado, se pueda reducir las distancias de recorrido en la ejecución del proceso en 35 metros y esto a su vez se traduce en tiempo, además que si se construyen las áreas propuestas según la normatividad(NTC 296, NTC 4205 y NTC 4017), se realicen las pruebas adecuadas y se usan las herramientas y equipos adecuados el tiempo de producción del ladrillo pasará de 15.58 días a 9.08 días logrando una reducción de 6.5 días; además, se pueda aprovechar la capacidad real de producción de la planta lo que repercutirá en una mayor productividad para la empresa.

Ladrilleras del sector y tipo de producción que manejan:

- Ladrillera el algodonal……Producción artesanal….Guachené
- Ladrillera el farol…… Producción artesanal…… Guachené
- Ladrillera la cabañita……. Producción artesanal……. Guachené
- Ladrillera el estadero……. Producción tecnificada…..Guachené
- Ladrillera Santa Lucia…….. Producción tecnificada…. Villa Rica
- Ladrillera Terranova…… Producción tecnificada…. Villa Rica

8. ANEXOS.

Anexo 1 formato de encuesta aplicado.

Encuesta de validación acerca de los procesos, métodos, herramientas y equipos que interviene en el proceso de fabricación del ladrillo en la ladrillera "La Jamaica"

Fecha: _____ / _____ / _____

1. ¿La empresa ladrillera "La Jamaica" cuenta con algún tipo de documento donde se registre el proceso o paso a paso que se debe llevar a cabo para la producción del ladrillo?
   SI_____ NO____

2. ¿Cuenta la empresa con instrumentos de medición como Termocuplas y pirómetros portátiles digitales?

   SI_____ NO____

3. ¿Para la producción del ladrillo se tienen en cuenta las características técnicas establecida por la Norma Técnica Colombiana?
   SI_____ NO____

4. ¿Cuenta usted con algún tipo de formación académica acerca del proceso de fabricación del ladrillo?

   SI_____ NO____

5. ¿Considera usted que la empresa cuenta con la infraestructura, equipos, herramientas y tecnología necesaria para poder competir en el mercado con las empresas del sector?
   SI_____ NO____

6. ¿Ha observado alguna vez devoluciones del producto porque no cumple con los requerimientos del cliente?

   SI_____ NO____

7. ¿Se cuenta con un tiempo estándar establecido para el proceso de cocción de la masa?
   SI_____ NO____

Ilustración 14 Formato de encuesta Fuente: Autor.

Anexo 2 Visita de reconocimiento y socialización.

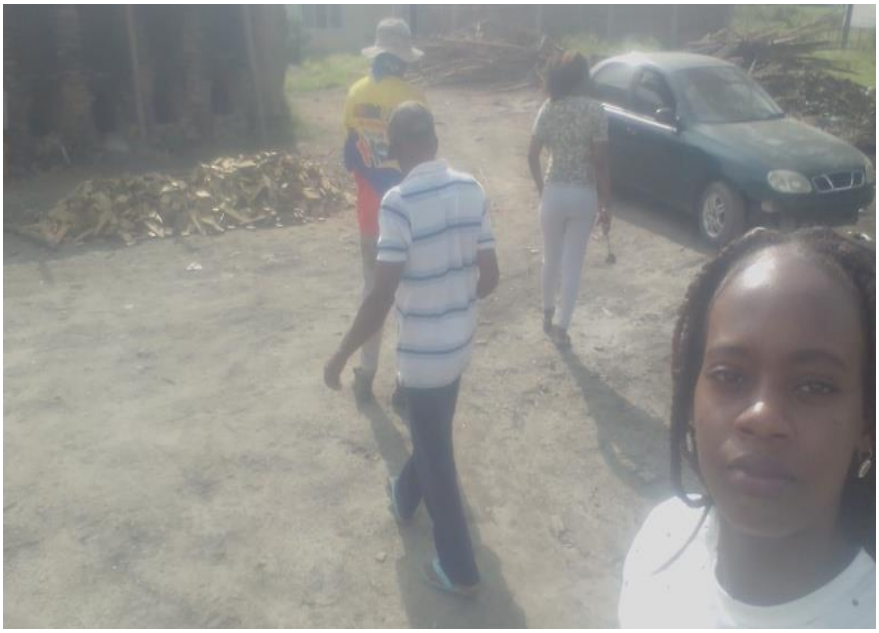
Fuente: autores.

Fuente: autores.

Anexo 3 Visita de reconocimiento y socialización.

Fuente: autores.

Fuente: autores.



Fuente: autores.

Fuente: autores.

9. BIBLIOGRAFÍA.

Astaiza, N. J., & Rodríguez, S. N. (2016). *MEJORAMIENTO DEL MÉTODO DE GESTIÓN POR PROCESO EN LA PRODUCCIÓN DE FAROL RÚSTICO EN LA LADRILLERA EL JARDIN S.C.S*. Recuperado 6 de abril de 2022, de, https://repository.unicatolica.edu.co/handle/20.500.12237/1103

Barranzuela, J. (2014). Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería. Recuperado 6 de abril de 2022, de, https://hdl.handle.net/11042/1755

CCAC INITIATIVE. (2015, abril). *MITIGANDO EL CARBONO NEGRO Y OTROS CONTAMINANTES DE LA PRODUCCIÓN DE LADRILLO*.

Corporación Ambiental Empresarial CAEM. (2015). *Inventario Nacional del Sector Ladrillero Colombiano*. Recuperado 6 de abril de 2022 de, https://www.caem.org.co/wpcontent/uploads/2021/01/13_inventario_Nacional_Ladrillero.pdf?x42968

Galindo, M. A. (2015). *Diseño de fábrica ladrillera potencializando procesos productivos, ambiente laboral e impacto medioambiental*. Recuperado 6 de abril de 2022, de, http://hdl.handle.net/10554/18082.

González Salazar, A y Vergara Jaramillo, L. (2018). Estudio sectorial Ladrillos Ochoa Ltda. Bogotá : Universidad Externado de Colombia, 2018. Recuperado 6 de abril de 2022, de,

https://bdigital.uexternado.edu.co/handle/001/996

Izquierdo J., Ramos, Enrique y Chicmana, Michael (2016) LADRILLERRA S.A.C.: innovación y crecimiento en un entorno desfavorable (Tesis de Máster en Dirección de Empresas). Universidad de Piura. Programa de Alta Dirección. Lima, Perú. Recuperado 6 de abril de 2022, de, https://hdl.handle.net/11042/2965

Ladrillo maquinado vs ladrillo artesanal. (2018, 13 agosto). *Revista construir*. Recuperado 6 de abril de 2022, de http://construir.com.pe/ladrillo-maquinado-vs-ladrillo-artesanal/#:~:text=%E2%80%9CLos%20ladrillos%20artesanales%20no%20cumplen,en%20construcci%C3%B3n%2C%20Max%20Valverde%20Puelles.

Lizcano, A. (2017). Diagnóstico sobre la incidencia de la actividad ladrillera en el territorio, a partir de sus impactos ambientales, en Sogamoso - Colombia. Recuperado 6 de abril de 2022, de,

https://repository.udca.edu.co/handle/11158/806

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4205-1.

Pimienta Gomez, C. (2019, 5 noviembre). *Ladrilleras de Colombia, unidas en nuevo Comité de la AND*. ANDI-Noticias. Recuperado 6 de abril de 2022, de, http://www.andi.com.co/Home/Noticia/15597-ladrilleras-de-colombia-unidas-en-nuevo