

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LADRILLO EN LA EMPRESA CERAMICOS CAJAMARCA S.R.L.-2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bradley Alexander López Tirado

Asesor:

Ing. Christian Martin Quezada Machado

Cajamarca - Perú

2020

## DEDICATORIA

A Dios Padre por permitirme llevar esta Investigación.

A mi madre por mostrarme un camino hacia la superación y a todas y cada una de las personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

Al personal educativo de la Facultad de Ingeniería Industrial por darme los conocimientos y las facilidades para poder desarrollar este trabajo.

A los niños de niños de hoy, a los niños del mañana, a los niños que necesitan salud, bienestar y apoyo hoy en día.

## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo no hubiese sido posible sin la ayuda del Ing. Christian Quezada Machado; por su apoyo en las correcciones y atención a las consultas que despejaban dudas en el desarrollo de esta investigación; pero, sobre todo, la motivación e inspiración para ser mejores cada día, tanto profesionalmente como éticamente.

Al Ing. Benedicto Bobadilla Cortegana y al Supervisor Elmer Castañeda, a quienes les gustaría agradecer por el constante apoyo en este trabajo, además por el ingreso a su local y tiempo, elementos fundamentales para el desarrollo del mismo.

A mi familia por su comprensión, motivación y apoyo para lograr todos y cada uno de mis objetivos.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1.    Realidad problemática.....	12
1.2.    Formulación del problema .....	29
1.3.    Objetivos.....	29
1.3.1.    Objetivo general.....	29
1.3.2.    Objetivos específicos.....	29
1.4.1.    Hipótesis general .....	29
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
2.1.1.    Según el Propósito: .....	30
2.1.2.    Según el diseño de Investigación:.....	30
2.1.3.    Según Su Profundidad: .....	30
2.1.4.    Según Su Naturaleza:.....	30
2.2.    Materiales, instrumentos y métodos .....	31
2.2.1.    Materiales .....	31
2.2.2.    Descripción de los métodos, técnicas e instrumento. ....	31
2.2.3.    Procedimiento de tratamiento y análisis de datos. ....	33
2.3.    Procedimiento Metodológico .....	34
2.3.1.    PROCEDIMIENTO .....	35
2.3.2.    Plan de Acción:.....	36
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
3.1.    Diagnóstico del proceso en base a la PML, recolección, procesamiento de datos. ....	38
3.1.1.    Breve Reseña Histórica .....	38
3.1.2.    Visión .....	38
3.1.3.    Misión .....	38
3.1.4.    Tecnología de producción .....	39
3.1.4.1.    Máquinas, equipos y Herramientas actuales.....	39
3.1.5.    Seleccionar Proceso de Producción.....	42
3.1.6.    DIAGRAMA DEL PROCESO .....	43
3.1.7.    Diagrama de recorrido de ladrillo tipo pandereta .....	45

3.1.8.	<i>Producción:</i> .....	46
3.1.8.1.	<i>Histórico de producción</i> .....	48
3.1.9.	<i>Productividad</i> .....	48
3.1.9.1.	<i>Productividad de mano de obra:</i> .....	48
3.1.9.2.	<i>Productividad de materia prima:</i> .....	49
3.1.9.3.	<i>Productividad de capital empleado:</i> .....	49
3.1.9.4.	<i>Productividad de energía:</i> .....	50
3.1.9.5.	<i>Productividad de factores múltiples</i> .....	51
3.1.10.	<i>Eficiencia</i> .....	52
3.1.10.1.	<i>Eficiencia física (Ef):</i> .....	52
3.1.10.2.	<i>Eficiencia Económica</i> .....	53
3.1.11.	<i>Identificar el porcentaje de residuos de proceso en las áreas de producción.</i> .....	53
3.1.11.1.	<i>Cartas de Control de la Proporción:</i> .....	53
3.1.11.2.	<i>Carta de proporción P del área de Formado.</i> .....	54
3.1.11.3.	<i>Carta P del área de Secado:</i> .....	56
3.1.11.4.	<i>Carta P del área de Horneado</i> .....	57
3.1.12.	<i>Diagnóstico de los recursos e insumos que emplea la empresa en el Proceso de Fabricación de Ladrillo Pandereta</i> .....	60
3.1.12.1.	<i>Cuadro de identificación de áreas con consumo de combustible y energía.</i> .....	60
3.1.12.2.	<i>Histórico de Consumo de Agua</i> .....	61
3.1.12.3.	<i>Consumo de Petróleo en la empresa</i> .....	63
3.1.12.4.	<i>Histórico de consumo energía eléctrica</i> .....	64
3.1.12.5.	<i>Histórico de consumo de aserrín</i> .....	65
3.1.13.	<i>Cuadro resumen: Entrada y Salida de Materiales en el Proceso Productivo</i> .....	66
3.1.14.	<i>Balance de Masas del Proceso de fabricación de ladrillo Tipo Pandereta</i> .....	68
3.1.15.	<i>Disposición de residuos</i> .....	70
3.1.16.	<i>Diagrama causa efecto</i> .....	75
3.1.17.	<i>Resultados del área de estudio</i> .....	78
3.2.	<i>Diseño de la propuesta de mejora en base a la producción más limpia para la fabricación de ladrillo.</i> .....	79
3.2.1.	<i>Propuestas de PML para la reducción de consumo, optimización y ahorro.</i> .....	80
3.2.1.1.	<i>Estrategias de circuito cerrado para la reutilización de agua</i> .....	80
3.2.1.2.	<i>Estrategias de Sustitución de Insumos</i> .....	80
3.2.1.3.	<i>Estrategias de Modificación del Equipo</i> .....	80
3.2.1.4.	<i>Estrategias de Cambio de Tecnología</i> .....	81
3.2.1.5.	<i>Estrategias de reutilización del Agua</i> .....	81
3.2.2.	<i>Beneficios de las estrategias del Plan de PML.</i> .....	82
3.2.2.1.	<i>Ahorro de Energía Eléctrica.</i> .....	82
3.2.2.1.	<i>Disminución de residuos.</i> .....	82
3.2.2.2.	<i>Disminución de uso de combustible.</i> .....	82
3.2.2.3.	<i>Sustitución de uso de Aserrín.</i> .....	83
3.3.	<i>Cálculo de indicadores de la mejora del proceso.</i> .....	84
3.3.1.	<i>Producción:</i> .....	84
3.3.2.	<i>Diagrama de Recorrido Propuesto</i> .....	87

3.3.3.	<i>Producción mensual proyectada.</i>	90
3.3.4.	<i>Productividad de ladrillo Pandereta:</i>	90
3.3.4.1.	<i>Productividad de mano de obra:</i>	90
3.3.4.2.	<i>Productividad de materia prima:</i>	91
3.3.4.3.	<i>Productividad de capital empleado:</i>	91
3.3.4.4.	<i>Productividad de energía:</i>	92
3.3.4.5.	<i>Productividad de factores múltiples</i>	92
3.3.5.	<i>EFICIENCIA:</i>	94
3.3.5.1.	<i>EFICIENCIA FISICA (Ef):</i>	94
3.3.5.2.	<i>EFICIENCIA ECONOMICA</i>	94
3.3.6.	<i>Cartas de la Proporción proyectadas con el plan de PML.</i>	95
3.3.6.1.	<i>Carta de la Proporción del área de Formado</i>	95
3.3.6.2.	<i>Carta P del proceso de secado y horneado</i>	97
3.3.6.3.	<i>Cuadro Resumen de Las cartas de control de la proporción.</i>	98
3.3.7.	<i>Actividades propuestas por el Plan de PML.</i>	99
3.3.8.	<i>Consumo de agua propuesto para la empresa CECAJ S.R.L.</i>	100
3.3.9.	<i>Consumo Mensual de Petróleo propuesto para la empresa CECAJ S.R.L.</i>	101
3.3.10.	<i>Consumo de Energía Eléctrica Mensual proyectado para la empresa CECAJ S.R.L.</i>	102
3.3.11.	<i>Consumo de Gas Natural mensual propuesto</i>	103
3.3.12.	<i>BALANCE DE MASAS DESPUES DE LA MEJORA</i>	104
3.3.13.	<i>DISPOSICION DE RESIDUOS</i>	106
3.3.14.	<i>Indicadores después de la implementación</i>	107
3.4.	<i>Resultados del Análisis económico</i>	109
3.4.1.	<i>Costos de la implementación</i>	110
3.4.2.	<i>Ingresos Proyectados</i>	111
3.4.3.	<i>Ingresos- Egresos</i>	111
3.4.4.	<i>Flujo de caja Neto Proyectado</i>	112
3.4.5.	<i>Resumen de Indicadores Financieros</i>	113
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>		<b>115</b>
4.1.	<i>Discusión</i>	115
4.2.	<i>Conclusiones</i>	117
<b>REFERENCIAS</b>		<b>119</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>122</b>
	<i>Anexo n°1: Entrevista al gerente</i>	122
	<i>Anexo n°2: lista de chequeo de la empresa CECAJ.S.R.L.</i>	123
	<i>Anexo n°3: Ficha para validación de instrumento, guía de entrevista</i>	124
	<i>Anexo n°4: Ficha para validación de instrumento, guía de entrevista</i>	125
	<i>Anexo n°5: Ficha para validación de instrumento, guía de entrevista</i>	126
	<i>Anexo n°6: Fichas para validación de lista de chequeo</i>	127
	<i>Anexo n°7: Ficha para validación de instrumento, lista de chequeo</i>	128
	<i>Anexo n°8: Ficha para validación de instrumento, lista de chequeo</i>	129
	<i>Anexo n°9: Residuos en el área de formado</i>	130

Anexo n°10: Residuos en el área de Secado.....	131
Anexo n°11: Residuos en el área de Horneado de la empresa CECAJ S.R.L .....	132
Anexo n°12: Eficiencia térmica y pérdidas en hornos. ....	132
Anexo n°13: Recursos empleados para la fabricación de ladrillo la empresa CECAJ S.R.L .....	132
Anexo n°14: Registro semanal de consumo de agua del año 2019 en la empresa CECAJ S.R.L .....	133
Anexo n°15: Estudio de tiempos de la empresa CECAJ S.R.L.....	134
Anexo n°16: Guía de Verificación del área de formado en la empresa CECAJ S.R.L .....	135
Anexo n°17: Guía de Verificación del área de secado en la empresa CECAJ S.R.L .....	136
Anexo n° 18: Guía de Verificación del área de horneado en la empresa CECAJ S.R.L .....	137
Anexo n° 19: Registro de consumo de aserrín por quema del año 2019 en la empresa CECAJ S.R.L .....	138
Anexo n° 20: Ficha técnica de Horno Túnel .....	139
Anexo n° 21: Ficha técnica de cuatrimoto eléctrica .....	140
Anexo n° 22: Ficha técnica de Horno aspirador industrial .....	141
Anexo n° 23: Ficha técnica de tamiz o zaranda. ....	142
Anexo n° 24: Ficha técnica de Condensador .....	143
Anexo n° 25: Ficha técnica de válvula.....	144
Anexo n° 26: Ficha técnica de tubo de acero.....	145
Anexo n° 27: Ficha técnica de filtro para agua.....	146
Anexo n° 28: Registro de reporte de producción diaria.....	147
Anexo n° 29: Eco mapa propuesto para el proceso de fabricación de ladrillo en la empresa CECAJ S.R.L.....	148
Anexo n° 30: Matriz de Consistencia.....	149
Anexo n° 31: Mapa del funcionamiento del proceso de fabricación de ladrillo propuesto. ....	150

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales a utilizar en el trabajo de investigación.....	31
Tabla 2 Técnicas e instrumentos.....	31
Tabla 3 Operacionalización de variables .....	37
Tabla 4 Máquinas, equipos de la empresa CECAJ S.R.L.....	39
Tabla 5 Máquinas y equipos de la empresa CECAJ S.R.L. ....	40
Tabla 6 Máquinas y equipos de la empresa CECAJ S.R.L. ....	41
Tabla 7 Resumen de tiempos del DAOP de ladrillo pandereta. ....	44
Tabla 8 Registro de Producción Mensual de enero a diciembre del año 2019 .....	48
Tabla 9 Materia Prima empleada en el proceso. ....	49
Tabla 10 Costos mensuales operativos de la empresa CECAJ S.R.L. ....	50
Tabla 11 Costos de personal directo de la empresa CECAJ. ....	51
Tabla 12 Peso y precio de venta de ladrillo Tipo pandereta .....	53
Tabla 13 Carta de Control P del área de Formado .....	54
Tabla 14 Carta de Control P del área de Secado .....	56
Tabla 15 Carta de Control P del área de Horneado .....	58
Tabla 16 Cuadro Resumen de proporción de defectos en las áreas de la producción. ....	59
Tabla 17 Cuadro de actividades relacionadas al consumo de la empresa CECAJ.....	60
Tabla 18 Cuadro Resumen de la relación de producción y agua utilizada en las áreas del proceso. ....	61
Tabla 19 Cuadro Resumen de consumo específico de agua en relación al volumen de producción.....	62
Tabla 20 Cuadro Resumen de la relación de producción, petróleo consumido, y el consumo específico. ..	63
Tabla 21 Consumo eléctrico y costo mensual por uso de equipos en la empresa CECAJ .....	64
Tabla 22 Consumo de aserrín en la empresa CECAJ.....	65
Tabla 23 Consumo de aserrín por quema en la empresa CECAJ .....	66
Tabla 24 Cuadro resumen de entradas, salidas y residuos del proceso de fabricación de ladrillo Pandereta en la empresa CECAJ .....	67
Tabla 25 Resultados de la Operacionalizacion de Variables antes de la mejora.....	78
Tabla 26 Maquinas e instrumentos a implementar para la mejora en el proceso mediante la PML. ....	79
Tabla 27 Actividades propuestas para la mejora en el proceso mediante la PML.....	83
Tabla 28 Actividades propuestas para la mejora en el proceso mediante la PML.....	85
Tabla 29 Producción mensual proyectada .....	90
Tabla 30 Gastos operativos mensuales de la empresa CECAJ S.R.L propuesto .....	92
Tabla 31 Gastos de personal mensual propuesto de la empresa CECAJ S.R.L.....	93
Tabla 32 Carta de Control P del área de Formado .....	95
Tabla 33 Carta P del proceso de secado .....	97
Tabla 34 Cuadro resumen de las cartas de control de la proporción mejoradas.....	98
Tabla 35 Actividades propuestas y consumos del proceso mejorado .....	99
Tabla 36 Consumo de agua después de la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R.L .....	100
Tabla 37 Consumo de petróleo mensual después de la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R.L .....	101
Tabla 38 Consumo de electricidad mensual después de la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R.L .....	102
Tabla 39 Consumo de GN propuesto mensual en la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R.L .....	103
Tabla 40 Operacionalizacion de Variables después de la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R .....	107
Tabla 41 Costos proyectados de la implementación de la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R.L .....	110
Tabla 42 Flujo de Caja Proyectado por la propuesta de la implementación de la mejora en la empresa CECAJ S.R.....	111
Tabla 43 Ingresos- Egresos anuales de la mejora en la empresa CECAJ S.R .....	111
Tabla 44 Flujo de caja neto proyectado anual de la mejora en la empresa CECAJ S.R.....	112
Tabla 45 Resumen de indicadores financieros .....	113



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Procedimiento metodológico del estudio. ....	34
<b>Figura 2.</b> Diagrama de recorrido del proceso de Fabricación de Ladrillo Pandereta que se realiza actualmente en la empresa CECAJ. ....	45
<b>Figura 3.</b> Carta P del área de formado .....	55
<b>Figura 4.</b> Carta P del área de secado.....	57
<b>Figura 5.</b> Carta P del área de horneado .....	58
<b>Figura 6.</b> La figura ilustra los materiales y las cantidades de entrada al proceso de fabricación de ladrillo, y las cantidades de salida para identificar el producto terminado, los residuos y las perdidas. ....	68
<b>Figura 7</b> Residuos en el secadero 1 .....	71
<b>Figura 8</b> Impurezas en el área de formado .....	71
<b>Figura 9.</b> Residuos en el secadero.....	72
<b>Figura 10.</b> Residuos del formado .....	72
<b>Figura 11.</b> Residuos del horneado .....	73
<b>Figura 12.</b> Residuos en el área de formado .....	73
<b>Figura 13.</b> Residuos en el secadero 7 .....	74
<b>Figura 14.</b> Residuos en el secadero 8 .....	74
<b>Figura 15.</b> Diagrama causa efecto .....	75
<b>Figura 16.</b> Carta P del área de formado .....	96
<b>Figura 17.</b> Carta P del área de secado y quemado.....	98
<b>Figura 18.</b> Balance de masa mejorado .....	104
<b>Figura 19.</b> Flujo de Caja Proyectoado .....	112

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación n° 1: Formula de la producción .....</b>	<b>46</b>
<b>Ecuación n° 2: Productividad .....</b>	<b>48</b>
<b>Ecuación n° 3: Eficiencia Física .....</b>	<b>52</b>
<b>Ecuación n° 4: Eficiencia económica.....</b>	<b>53</b>
<b>Ecuación n° 5: Volumen .....</b>	<b>68</b>
<b>Ecuación n° 6; Eficiencia energética .....</b>	<b>69</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado como “Diseño de un plan de producción más limpia para mejorar los procesos de fabricación de ladrillo en la empresa CECAJ S.R.L. 2020” aporta un papel muy relevante para el cuidado y preservación del medio ambiente, ahorrando y minimizando la utilización de recursos con un enfoque preventivo para evitar incurrir en gastos de reprocesamiento.

De esta manera se realizó la presente investigación en la empresa CECAJ S.R.L. ubicada en el kilómetro 1.5 carretera a Shudal, Cajamarca, con el principal objetivo de diseñar la mejora de procesos en base a la estrategia de Producción Más Limpia, mediante la cual; se obtuvo como resultado un decremento respecto a los indicadores de consumo de agua, electricidad y combustible, y un incremento en la producción, productividad y eficiencia, se obtuvo que la empresa incrementa la fabricación de ladrillos sin defectos, ascendiendo la producción a un valor de aproximadamente 833309 ladrillos mensuales, es decir un aumento respecto a la producción actual en 42.33%.

Esto nos permitió realizar la evaluación de los ingresos menos los costos, se obtuvo resultados económicos favorables, con un VAN de S/. 2,405,138.81 proyectados a 5 años, una TIR de 38.95 % y un IR de s/. 2.03, un aumento de 10.54% de productividad de material, un 11.46% de productividad de capital, un 10.54% en eficiencia física y 11.46% en eficiencia económica, además se redujo el consumo de agua, electricidad y combustible, y aumentar los ingresos de la empresa minimizando los desperdicios, ya que para dicha producción se disminuye el % del consumo de agua, el consumo de combustible disminuyo en 66.50 % y el consumo eléctrico disminuyo en 26.56%.

**PALABRAS CLAVE:** Producción más Limpia, Mejora de Procesos, Impacto ambiental.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad, el mundo se ve inmerso en una urbanización acelerada, donde las ciudades e industrias tienen un gran impacto en el medio ambiente, el cual cada vez sufre más alteraciones negativas que contribuyen al agotamiento de los recursos, pérdida de ecosistemas, destrucción de la capa de ozono y el calentamiento global que cada vez toma más importancia para los gobiernos, los cuales se están siendo presionados por las personas mediante constantes protestas, al tomar las medidas que sean necesarias para minimizar la contaminación del planeta y evitar la aceleración del calentamiento global.

El cambio climático que está siendo ocasionado por la creciente industrialización desde la primera revolución industrial dada entre el año 1760 y 1840 hasta nuestra época, ha hecho que los recursos naturales sean depredados indiscriminadamente sin medir las consecuencias negativas en el medio ambiente que acarrearía en el futuro, es un hecho que el cambio climático desde hace unas décadas toma mayor importancia cada día, y las consecuencias ya están presentes y se manifiestan mediante el aumento del nivel del mar debido al derretimiento de la cubierta de nieve y hielo, la elevación del mar, aumento y falta de precipitaciones, incremento de olas de calor, inundaciones y sequías que afectan a la biodiversidad y ecosistemas. Como medidas reactivas, en el 2015 se firmó el acuerdo de París, el cual engloba a todos los países para combatir el cambio climático, mediante intensificadas acciones e inversiones necesarias para disminuir las emisiones de carbono en busca de un desarrollo sostenible (Paterson, 2017).

La historia del ladrillo se remonta miles de años atrás,, en la época del neolítico pre cerámico, utilizados desde hace unos 11000 años primeramente por agricultores, y luego se emplearon para construir murallas, zigurats y palacios por los babilonios y sumerios (Betancourt, 2011).

El ladrillo es un componente cerámico muy utilizado para la construcción de diversas edificaciones y está compuesto por arcilla, la cual pasa un proceso de moldeado, secado y cocción, mediante la perdida de humedad va adquiriendo dureza, la cual se incrementa en gran medida luego del proceso de cocción, algunos de sus atributos más importantes son la durabilidad, sostenibilidad y su capacidad para almacenar y transmitir calor.

El problema de planteamiento de la mejora de los procesos productivos en la industria ladrillera tiene como objetivo, determinar los recursos e insumos empleados a lo largo del proceso, así como también conocer los tiempos para la fabricación de ladrillos, los residuos y emisiones generadas, con el propósito de desarrollar un plan basado en estrategias mediante las cuales se mejore dicho proceso y hacer que este sea más eficiente y productivo.

El problema puede resolverse mediante las estrategias planteadas por la producción más limpia (PML) como lo indica Mendoza (2006), con una o varias estrategias y herramientas que nos brinda la PML. Las herramientas de la PML posiblemente aplicables para la solución del problema son: Buenas prácticas operativas, modificación del equipo, cambio de tecnología, circuito cerrado de reciclaje, sustitución de insumos, optimización del proceso, reformulación del producto y las tres R's como lo planteado por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (2005).

El concepto de producción más limpia fue acuñado por el Programa de Naciones Unidas por el Medio Ambiente (PNUMA) en el año 1989, con la idea de prevenir y reducir la contaminación en los procesos de producción, de tal forma que la modificación de los procesos, contribuyan en aproximarse a la prevención, con el fin de que las salidas sean productos terminados y eliminando las salidas que no sean materiales reutilizables, de esta manera las empresas logran mejorar los procesos, la eficiencia, reducen la contaminación y aumentar las ganancias.

El estado peruano en el 2002 apostó por la producción más limpia mediante la creación del Centro de Eficiencia Tecnológica (CET), los fondos fueron provenientes de la Agencia de Estados Unidos para la Ayuda Internacional (USAID) y financiado además por la Secretaria de Estado de Economía de la Confederación Suiza (SECO), a través de la gestión del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) para promover a empresas e instituciones peruanas a tomar buenas prácticas ambientales y sociales con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible (MINMA, 2017).

La Producción Más Limpia (PML) es una estrategia corporativa ambiental de carácter preventivo, que tiene como objetivo la reducción de la contaminación ambiental, generar desarrollo sostenible y minimizar los riesgos que puedan afectar al ser humano, está enfocada en procesos, productos y servicios, además su implementación permite reducir los costos de manufactura y aumentar su eficiencia (Barrios y Loreto, 2003).

La estrategia de producción más limpia busca reducir el consumo de materias e insumos y reutilizar los recursos empleados en los procesos productivos de la industria ladrillera, para evitar pérdida de materiales, recursos, insumos y energía, el objetivo es mejorar los

procesos de la empresa utilizando una estrategia de producción más limpia. De esta manera los recursos usados en los procesos de fabricación de ladrillo cerámico serán reutilizados constantemente en un ciclo cerrado para evitar consumir más recursos.

El problema de las industrias puede ser resuelto mediante estrategias de producción más limpia abarcando el desarrollo de nueva tecnología que sustituyan procesos y recursos para el fortalecimiento del desempeño ambiental (Cardona, Flores, Silva y Arango, 2010). Con el desarrollo tecnológico, ahora hay múltiples recursos alternativos para evitar el uso excesivo de agua, la quema de combustibles fósiles, y la quema de aserrín; mediante la implementación de maquinaria en los procesos de horneado y secado para la recuperación del agua mediante un sistema de succión y filtrado de vapor de agua reemplazando además el uso de aserrín por electricidad y gas natural, disminuyendo en gran medida las emisiones de carbono y contribuyendo al uso sostenible de recursos, por consecuencia también incrementando la producción, eficiencia física y la productividad.

Los antecedentes considerados en la presente investigación son:

Martínez, García, Fernández, Álvarez y Martínez (2017), en su investigación, cuyo objetivo fue la transformación de materia prima en tableros de madera plástica. Mediante la producción más limpia, mejorando el proceso tecnológico y reutilizar los residuos resultantes de otras líneas de producción, en esta investigación se planteó reutilizar el aserrín de la madera en un aserradero de Guane, Cuba; mediante la estrategia de producción más limpia, se trataron los residuos primeramente fueron clasificados, limpiados y triturados y se utilizaron aditivos para la fabricación de tableros mediante un proceso de extrusión para obtener un aglomerado. En esta investigación el problema fue el exceso de aserrín obtenido como salida de la línea de producción de muebles. Como

conclusión se menciona que la implementación de la estrategia de producción más limpia influye en la reutilización de residuos del sector aserradero y su aprovechamiento contribuye al desarrollo sostenible ya que se obtuvo tableros de madera plástica con propiedades ignífugas, y de esta manera se garantiza la mitigación de los efectos al medio ambiente. Esta investigación muestra la importancia de este estudio porque nos indica que mediante la producción más limpia mejora los indicadores productivos de la empresa y resalta esta estrategia como un sistema preventivo.

Arias, Reyes y Crespo (2014), en su investigación, cuyo objetivo fue la minimización de desechos y efluentes, que permita la recuperación del residual líquido que es emitido a los ríos locales, y el consecuente ahorro por compra de combustible y agua, mediante la utilización de la estrategia de producción más limpia para la prevención y la minimización de la contaminación ambiental generada por el vertimiento de desechos de la cervecera Hatuey. Los autores afirman que se obtuvo como conclusión la recuperación del 80 % del residual líquido y ahorra 31984. 48 dólares por compra de combustible y agua y cabe resaltar que se disminuyeron considerablemente los efectos negativos provocados por el vertimiento de los desechos y redujeron la contaminación del río y la bahía. Esta investigación aporta en este estudio porque se menciona que se puede disminuir la contaminación ambiental mediante la reutilización del agua para su utilización en la caldera, además una vez implementada esta estrategia se obtienen grandes beneficios.

Ramos y Lorenzo (2017), en su investigación en la que adoptan la producción más limpia como un sistema preventivo para la gestión ambiental, buscan la minimización de residuos y aumentar la eficiencia en una empresa azucarera; en esta investigación de identifico que el problema es el alto consumo de agua y la ineficiencia energética en los



procesos, y la generación de gabacillo como salida de los procesos, la cual no genera valor. Mediante la producción más limpia se obtuvo como resultado un circuito cerrado para disminuir el consumo de agua; Un sistema de transferencia de calor aprovechando las altas temperaturas generadas en los procesos y generar energía eléctrica mediante la quema del gabacillo, se concluyó que la aplicación de la estrategia de producción más limpia mejora la eficiencia energética, reduce emisiones, residuos y disminuye el consumo materiales, aumentando considerablemente la eficiencia, eficacia y productividad en la empresa, además reduce los impactos negativos para lograr una industria sostenible y amigable ambientalmente.

Paredes (2015), en su investigación en la que toman como base la estrategia de producción más limpia para el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado, se identificó que los problemas que impactaban al medio ambiente marino era el vertimiento de efluentes generados como consecuencia de sus actividades productivas, esto se ha visto reflejado en las bahías cercanas de Paita y Chimbote, es mediante la producción más limpia se buscó evitar la generación de residuos mediante una estrategia preventiva, esto permitió la reducción de vertimiento de desechos y emisiones; para esto se recuperó los sólidos de los efluentes generados por la planta. Se concluyó que la producción más limpia genero cambios estructurales y logro mejorar el desempeño basándose en un sistema preventivo e integrado de producción más limpia, además se concluyó que las tecnologías limpias ayudan a mejorar el desempeño ambiental mediante los ajustes en los procesos productivos logrando desarrollo sostenible; la disminución de consumo de materia prima e insumos, mejora los procesos y el efecto del material particulado, residuos y efluentes se ha disminuido considerablemente.

En la investigación de, Espejo y Gómez (2017), en la cual se aplica la estrategia de producción más limpia mediante la cual se identificaron problemas en el alto consumo de agua, colorantes, secuastrante y antiquiebre, se plantea reducir el consumo de materia prima y agua en el proceso de teñido, reutilizar secuastre, antiquiebre y colorantes enfocandese en la mejora de procesos, disminuyendo los costos de producción. Se obtuvo como conclusión que mediante la implementación de la estrategia de producción más limpia se aumenta la eficiencia, productividad y competitividad de la empresa, pero sobre todo se mejora el desempeño ambiental en materia de disminuir al medio ambiente, se optimizaron los procesos, se redujo considerablemente el consumo de agua mediante el correcto uso de esta y su reutilización, se disminuyó el uso de materia prima en el proceso de teñido, se optimizo el proceso en general mediante la reutilización de insumos y productos, y se tuvo también un ahorro considerable gracias a la estrategia de producción más limpia. Esta investigación aporta en la presente investigación porque resalta como es que los indicadores de producción y de gestión ambiental mejoran considerablemente basándose en la prevención con la aplicación de la estrategia de producción más limpia.

Vera (2016) en su investigación cuya meta fue el reuso de aguas residuales en la actividad minera, la cual en la mayoría de mineras formales debe ejecutarse mediante la aplicación de la producción más limpia. En esta publicación se sustenta la importancia de la producción más limpia con un sistema preventivo que busca la protección del ambiente mediante el uso sostenible de los recursos, como lo es el recurso hídrico y desarrolla el reuso de aguas residuales para los procesos de la actividad minera, presenta casos de mejora de indicadores de producción y el reuso de aguas residuales en las mineras. Esta

investigación aporta en el presente estudio, ya que enfatiza y demuestra que la producción más limpia puede funcionar en la industria minera y en cualquier proceso de fabricación.

Bardales y García (2019) en su investigación cuyos objetivos fueron fabricar tableros aglomerados utilizando los residuos de la empresa basándose en la estrategia de la producción más limpia, la empresa ofrece productos de mueblería y trabajos en madera, con lo cual se genera aserrín el cual es un problema ya que se generan grandes cantidades de este residuo generado como salida de un proceso, en base a la estrategia de producción más limpia se propone fabricar tableros aglomerados mediante agregar aditivos y extruir la mezcla para lograr una masa consistente; como conclusión se señala que mediante la estrategia de producción más limpia se logró identificar la proporción de residuos generados, además se incrementó la competitividad de la empresa. Esta investigación aporta en el estudio, ya que evidencia la mejora de indicadores de competitividad y reduce los residuos, generando un nuevo producto a base de ellos, contribuyendo al desarrollo sostenible y preservación del medio ambiente.

Bustamante y Villanueva (2017) en su investigación, cuyo objetivo plantea disminuir el consumo de agua, consumo de energía eléctrica mediante la implementación de la estrategia de producción más limpia; se indica además que los principales problemas son el alto consumo de agua y electricidad necesario para la elaboración de pan. Como conclusión se menciona que la implementación de la estrategia de producción más limpia mejora la eficiencia, productividad y producción en general en las áreas de procesamiento, y cabe mencionar que el consumo de agua y electricidad es disminuido considerablemente evitando mediante la prevención, riesgos a la salud y al medio ambiente aplicando la estrategia de producción más limpia. Esta investigación aporta al

estudio ya que denota que mediante esta estrategia preventiva muy eficaz, se mejoran los indicadores de eficiencia, productividad y producción, por otra parte el medio ambiente también se ve beneficiado porque se disminuye el uso del recurso agua y también de la electricidad, permitiendo obtener un desarrollo sostenible y amigable con el ambiente.

Vargas (2016), en su investigación cuyo propósito fue reducir el consumo de agua y energía eléctrica mediante la PML en una planta cervecera, se encontró que los procesos generaban un alto consumo de agua potable y electricidad por falta de estándares, métodos adecuados de operación y capacitación al trabajador, mediante las estrategias de la producción más limpia se obtuvieron resultados de un ahorro de 7.6% en agua y 10 % en energía eléctrica. Como conclusión se señala que la PML mejora los indicadores al generar ahorros y resulta favorable su implementación. Esta investigación aporta al estudio porque demuestra la importancia de la PML y su impacto positivo en la empresa.

Carrasco (2017) en su investigación cuyo propósito fue reducir el consumo de agua en el proceso de faenamiento en el camal municipal mediante la producción más limpia, se encontró que el camal municipal usaba excesivamente el agua potable por falta de capacitación y herramientas necesarias para disminuir el consumo, mediante la metodología de producción más limpia, se reducirá el consumo de agua en todos los procesos. Como conclusión se señala que la producción más limpia mejora los indicadores, minimiza el consumo para obtener resultados favorables. Esta investigación aporta en el estudio porque demuestra la importancia de la producción más limpia y la mejoría en la disminución del consumo de agua en todos los procesos.

En el presente estudio, se utiliza la PML para resolver el problema de la ineficiencia y productividad en las áreas de producción de la empresa mediante las estrategias de la PML mediante un diseño similar al de Mendoza, J (2006), cuyas propuestas se evalúan para determinar las más factibles para el sistema productivo en la ladrillera Cúcuta a través de buenas prácticas operativas, optimización del proceso, y cambio de tecnología.

La PML, según la Organización de las Naciones Unidas (2006), es una metodología que previene el uso excesivo de recursos y mejora el desempeño ambiental integrando todos los procesos, busca de esta manera reducir el impacto ambiental, los riesgos a los seres humanos y mejorar los procesos. La PML se puede aplicar a los productos, a los procesos y a los diversos servicios existentes. En los procesos esta metodología, permite reducir el uso de materia prima e insumos como agua, energía, residuos peligrosos y productos defectuosos, para que las emisiones, desechos y efluentes contaminen cada vez menos.

En los productos, la producción más limpia tiene el objetivo de minimizar la contaminación, impacto en la salud y la seguridad desde la materia prima hasta producto terminado, es decir durante todo el proceso, hasta obtener el producto terminado. En la prestación de servicios la producción más limpia busca el que hacer ambiental en el desarrollo de servicios.

La Producción Más Limpia orienta a las empresas a utilizar de forma óptima los recursos y materias como agua y energía, debido a esto incrementa la eficiencia y productividad, asimismo permite producir un número determinado de productos con el mínimo uso de recursos, reduce el número de unidades no conformes, asimismo contribuye a la disminución del costo de producción unitario. También permite la reutilización de

insumos y al requerir una menor cantidad de estos, permitiría ayudar a la conservación de dichos insumos (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, 2005).

El incremento de indicadores como productividad y eficiencia, permite reducir o eliminar significativamente el tratamiento de desechos, evitando generar impacto ambiental, simultáneamente beneficia en temas económicos y financieros a las empresas. Por ende la producción más limpia al disminuir los daños al medio ambiente, incrementa el rendimiento y competitividad, además se puede aplicar a cualquier tipo de empresa de producción o prestación de servicios, cabe mencionar que es sostenible económica y ambientalmente de forma simultánea.

Los principios de la producción más limpia según, Fúquene (2007) son las buenas prácticas de manejo: las cuales se basan en mejorar las prácticas usadas y un mantenimiento que genere beneficios considerables; sustitución de materia prima, la cual busca reemplazar la materia prima por otra menos toxica, vida de uso más largo, menor impacto ambiental o con materias reutilizables y renovables, la modificación del equipo para que el proceso sea más eficiente y productivo; la modificación del Producto: Permite modificar las características del producto, de tal manera que disminuya el impacto ambiental generado, e integrar la mejora continua; la producción de subproductos para fabricar productos útiles utilizando como insumos base a los residuos generados en otros procesos, transformando mediante un proceso, o utilizar estos residuos para otras aplicaciones dentro o fuera de la empresa; la recuperación In- Situ y reutilización, la cual tiene como objetivo reutilizar los materiales destinados a desecho para utilizarlos en el mismo proceso u en otra aplicación en la empresa; el cambio de tecnología, que busca reemplazar la tecnología, mediante simplificación de los procesos y procedimientos, de

tal manera que se disminuya las emisiones, efluentes o generación de residuos; la modificación de los equipos de producción existentes en la empresa y su utilización, como por ejemplo, añadiendo un dispositivo de medición y control, o realice una operación en simultaneo, de modo que el proceso se vuelva más eficiente; el mejor control de procesos que busca la optimización y modificación de procedimientos de trabajo, operación, optimización de la maquinaria, parámetros de operación para los procesos con mayor eficiencia, reducción de generación de emisiones o desechos tóxicos.

Metodología de La Producción Más Limpia: La producción más limpia, está compuesta por cinco fases que se integran mediante la mejora continua según el Centro Mexicano para la producción más limpia (1996, citado en Villegas y Huamán, (2017) y son las siguientes: Fase 1: Planeación y Organización. Fase 2: Evaluación Previa. Fase 3: Evaluación. Fase 4: Estudio de Factibilidad. Fase 5: Implementación.

Se muestra en lo anteriormente mencionado, las fases de la metodología de la producción más limpia puede ser usada para implementarlo en cualquier empresa de bienes o servicios, esta metodología se está implementando desde inicios de 1980, y con más frecuencia en Norte y Centro América, también en algunos países de Sur América, como Chile, Colombia, Bolivia y Ecuador.

El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS), define a los indicadores de la PML como los insumos y recursos empleados en un proceso productivo las cuales pueden ser entradas o salidas, permitiendo producir con una cantidad menor y ayudando a la preservación de estos ya sean insumos, recursos o energía, por lo tanto en su guía técnica de PML considera indicadores al como el consumo de agua, energía eléctrica, combustible, aserrín, y gas natural como indicadores de entrada, y considera indicadores

de salida a los residuos como los son los ladrillos defectuosos, asimismo considera a indicadores como la producción, productividad y eficiencia.(2005)

Cuando nos referimos al término eficiencia, referenciamos que esta es el grado de cumplimiento de los objetivos planteados, utilizando el menor uso de recursos o insumos en lo posible (Marie, 2001).

La productividad es el cociente de las salidas sobre las entradas, es decir la cantidad de unidades producidas con respecto a los recursos empleados para generar salidas en el proceso productivo (Carro y Gonzales, 2013).

El proceso de producción se interpreta como la secuencia de pasos y procedimientos a seguir con el fin de transformar materia prima en un producto terminado, asimismo se entiende la producción, como el número o cantidad de unidades fabricadas por un sistema productivo en un periodo de tiempo establecido (Gómez, 2007).

En otras palabras esto se resume como la transformación de materia prima en cantidad de unidades fabricadas en un tiempo determinado, los productos salientes de esta actividad generan valor y satisfacen necesidades.

Como una nueva propuesta y mejora, en el presente estudio se utilizan las estrategias de la PML para resolver los problemas del área de procesos para mejorarlos. Al obtener la solución (maquinas a implementar, optimización operativa y minimización de uso de recursos), se juntan las estrategias para unificarlas y de esta forma, se evaluara la optimización y los beneficios, utilizando las herramientas de la PML para resolver el problema.



La empresa del sector ladrillero quiere maximizar su producción, mejorar su eficiencia y productividad mediante la mejora en los procesos internos basándose en la estrategia de la producción más limpia a fin de reutilizar el agua que se pierde en el proceso de secado, además mejorar la eficiencia energética mediante la implementación de un horno túnel que use gas natural como combustible ya que este es más amigable ambientalmente, por otro lado reemplazar máquinas que usen combustibles fósiles por energía eléctrica, y mediante estos cambios disminuir la proporción de ladrillos defectuosos en para incrementar el nivel de producción. Es decir, mediante la estrategia de producción más limpia, ayudar a considerar la gran importancia del cuidado ambiental a las organizaciones, ahorrando el consumo de recursos y materias necesarias para la elaboración del producto final, mediante la implementación de nuevas tecnologías.

La empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L realiza sus procesos con maquinaria sofisticada solo en el área de Formado, es decir sus procesos son semi industriales ya que el proceso de secado y horneado se realiza mediante un horno rudimentario y un secadero al aire libre, la falta de tecnología en estos procesos es lo que no permite a la empresa generar una producción limpia, se busca mejorar el proceso de fabricación de ladrillo cerámico tipo pandereta, y de esta manera reducir el consumo de combustible y reemplazar el aserrín por el gas natural, además de reutilizar el agua y mediante esta alteración en el proceso disminuir la proporción de ladrillos defectuosos. Logrando una producción más limpia en los procesos de fabricación de la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L, se evaluara la factibilidad de implementar las estrategias de producción más limpia en el área de producción con el fin de mejorar el proceso de fabricación de ladrillo tipo pandereta..

Es debido a lo anterior mencionado, que en la investigación se realizara un diseño de modelo de producción en base a la estrategia de producción más limpia para implementar un sistema que permita reemplazar el uso de combustibles y arcilla, reutilizar el agua y disminuir la proporción de ladrillos defectuosos. De esta manera mejorar el proceso de fabricación de ladrillo cerámico.

Por la prevención de la contaminación y la mejora del proceso, los esfuerzos para apuntar a una producción más limpia son la solución a problemas ambientales en la región como también oportunidades de mejora para la empresa. Pero, ¿qué es la producción más limpia? Tan temprano como el año 1990, países como Estados Unidos empezaron a establecer programas de prevención de contaminación en los cuales se brindaba capacitación para crear una cultura organizacional enfocada en P+L. Los programas no dieron frutos pues solo se brindaba instrucción mas no se generaban cambios en los procesos productivos. Como consecuencia de muchos fracasos, actualmente existen dos instituciones de las Naciones Unidas, UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) y UNEP (United Nations Environment Programme), las cuales brindan oportunidades de cooperación internacional y una red de contactos conformada por especialistas en producción más limpia alrededor del mundo. (United Nations Industrial Development Organization, 2019) Uno de los enfoques de la producción más limpia es la prevención de la creación de residuos como parte del proceso productivo en las empresas.

Si bien los residuos son inevitablemente subproducto de cualquier producción, también se pueden generar cambios que reduzcan el volumen e impacto de estos antes de llegar a la etapa final del proceso. Cabe recalcar que la producción más limpia busca prevenir los residuos y también buscar qué hacer con estos cuando ya han sido generados. En definición, “la producción más limpia es una estrategia ambiental preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente”. (Centro de Producción más Limpia, 2017) Esta definición sugiere que la producción más limpia apunta al desarrollo sostenible de la empresa. Se establecen actividades como la prevención de la contaminación, la eco-eficiencia y la reducción de uso de materias primas y residuos, como eje para un menor impacto negativo en el ambiente. En realidad, esta estrategia debate la necesidad de un producto, si este es realmente necesario para cumplir con la demanda. De esta manera puede ir direccionando procesos de producción lineales a unos más circulares, ya sea en un corto o largo plazo. Los beneficios de P+L son la recuperación de subproductos que puedan ser reutilizados para el mismo proceso o uno externo, mayor participación ambiental y concientización del impacto en la misma, aumento de la productividad de los recursos, aumento de la eficiencia en las operaciones, menor consumo de fuentes de energía, trayendo así una reducción de costos y un mejor posicionamiento de la empresa. (Gobierno Ciudad de Buenos Aires, 2017).

Sin embargo las pequeñas y medianas empresas en el Perú aun no reconocen en su totalidad que las actividades de producción tienen un impacto en el ambiente, si el cliente no se preocupa sobre el impacto ambiental entonces la empresa tampoco lo hace ya que no cree que afecte a su estado financiero. Además, la inversión en producción más limpia se ve como un gasto y no como una estrategia de mejora que trae beneficios, lo cual es erróneo y pasa todo lo contrario.

Ahora, es un grave error pensar que P+L es exclusiva para empresas del rubro minero porque este no el único en producir desechos dañinos para el ambiente y la salud humana. Por consiguiente, se puede considerar la aplicación de la estrategia en empresas ladrilleras.

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera el diseño de un plan de PML (Producción Más Limpia) mejorará los procesos de fabricación de ladrillo en la empresa CECAJ S.R.L. 2020?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Diseñar un plan de producción más limpia para mejorar los procesos de fabricación de ladrillo en la empresa CECAJ S.R.L.- Cajamarca 2020.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar los procesos en base a la producción más limpia.
- Diseñar la propuesta de mejora en base a la producción más limpia para la fabricación de ladrillo.
- Calcular los indicadores de la mejora del proceso.
- Realizar una evaluación económica financiera de la propuesta de mejora en los procesos de fabricación de ladrillos con la aplicación del plan de producción más limpia.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

Al diseñar y proponer el plan de producción más limpia, mejorará los procesos en la empresa CECAJ S.R.L. 2020.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### 2.1.1. Según el Propósito:

Investigación aplicada ya que nos basaremos en conocimientos que ya existen, en este caso, los lineamientos de la producción más limpia, y esta metodología puede tener una aplicación inmediata en la solución de problemas prácticos.

#### 2.1.2. Según el diseño de Investigación:

Según su diseño de investigación, es de tipo Pre – Experimental, con el uso de un pre y un post medición de los indicadores, luego se analizaron los resultados antes y después de la aplicación de la simulación, en este caso se proyectó el efecto de la mejora en los indicadores para analizar su variación.

#### 2.1.3. Según Su Profundidad:

Según su profundidad es explicativa, ya que su propósito es realizar un análisis de causalidad entre dos variable que son Metodología Producción más limpia y Mejora de proceso de fabricación de ladrillo.

#### 2.1.4. Según Su Naturaleza:

Según su naturaleza de los datos, es cuantitativa, ya que se obtendrán datos cuantificables referentes a producción, eficiencia, productividad y los insumos y recursos empleados para la fabricación de ladrillo

## 2.2. Materiales, instrumentos y métodos

### 2.2.1. Materiales

En la tabla 1 se presentan los materiales a utilizar en todo el trabajo de investigación.

**Tabla 1**

*Materiales a utilizar en el trabajo de investigación*

Materiales	Medida	Cantidad
Laptop.	Unidad	1
Hojas Bond A4	Millar	1
Impresora.	Unidad	1
Lapiceros	Unidad	3
USB	Unidad	1
Zapatos de seguridad	Unidad	1
Casco de seguridad	Unidad	1
Lentes de seguridad	Unidad	1
Respirador	Unidad	1

La tabla 1 mostrada indica los materiales utilizados en el proceso de investigación, desde los elementos para recopilar información como los equipos de protección personal para el ingreso a la planta de fabricación de ladrillo.

### 2.2.2. Descripción de los métodos, técnicas e instrumento.

En la siguiente tabla se detallan los métodos, técnicas e instrumentos necesarios para la realización de la investigación.

**Tabla 2**

*Técnicas e instrumentos*

Técnicas	Instrumentos	Anexos
Observación	Lista de chequeo	Ver anexo 2
Entrevista	Guía de Entrevista	Ver anexo 1
Observación	Guía de Verificación	Ver anexo 16
Análisis Documental	Registros	Ver anexo 28

La tabla 2 muestra los instrumentos utilizados en el proceso de la investigación.

Descripción de las técnicas a utilizar:

A. Lista de Chequeo:

Se realizará una lista de chequeo para conocer la situación actual del área de producción y en las áreas con colabores relacionados con respecto a la producción más limpia.

B. Guía de Entrevista:

Se realizó una entrevista con el encargado del área de producción con respecto a los problemas que ocurren en la empresa y en qué parte de la línea de producción se generan mayor porcentaje de residuos.

C. Guía de verificación:

Se realizado en procesos más relevantes para identificar la proporción de residuos sólidos generados en el proceso de producción debido a ladrillos defectuosos; se realizó observaciones en los procesos. Se aplicaron observaciones en el desarrollo del proceso por el cual ingresan y salen los ladrillos, de acuerdo con los resultados identificar los problemas.

D. Registros:

Se obtuvieron registros de los diferentes recursos que ingresan al proceso y se analizaran para calcular la producción y la cantidad mensual de cada material o insumo usado a lo largo del proceso.



### 2.2.3. Procedimiento de tratamiento y análisis de datos.

El procesamiento y análisis de la información se realizará con el programa estadístico informático de mayor uso; Microsoft Word, Microsoft Excel.

Descripción de las técnicas a utilizar para la recopilación y el análisis de datos:

#### A. Lista de Chequeo:

Se realizará una lista de chequeo para conocer la situación actual del área de producción y en las áreas con colabores relacionados con respecto a la producción más limpia.

#### B. Guía de Entrevista:

Se realizará entrevista con el encargado del área de producción con respecto a los problemas que ocurren en la empresa y en qué parte de la línea de producción se generan mayor porcentaje de residuos.

#### C. Guía de Verificación:

Se realizará observaciones en los procesos de formado, secado y horneado. Se aplicarán observaciones en el desarrollo del proceso que se realiza y de acuerdo con los resultados identificar la proporción de ladrillos defectuosos generados durante el proceso de producción.

#### D. Se obtuvieron registros mediante los cuales se identificaran los diferentes recursos que ingresan al proceso y se analizaran para calcular la producción y la cantidad mensual de cada material o insumo usado a lo largo del proceso.

### 2.3. Procedimiento Metodológico

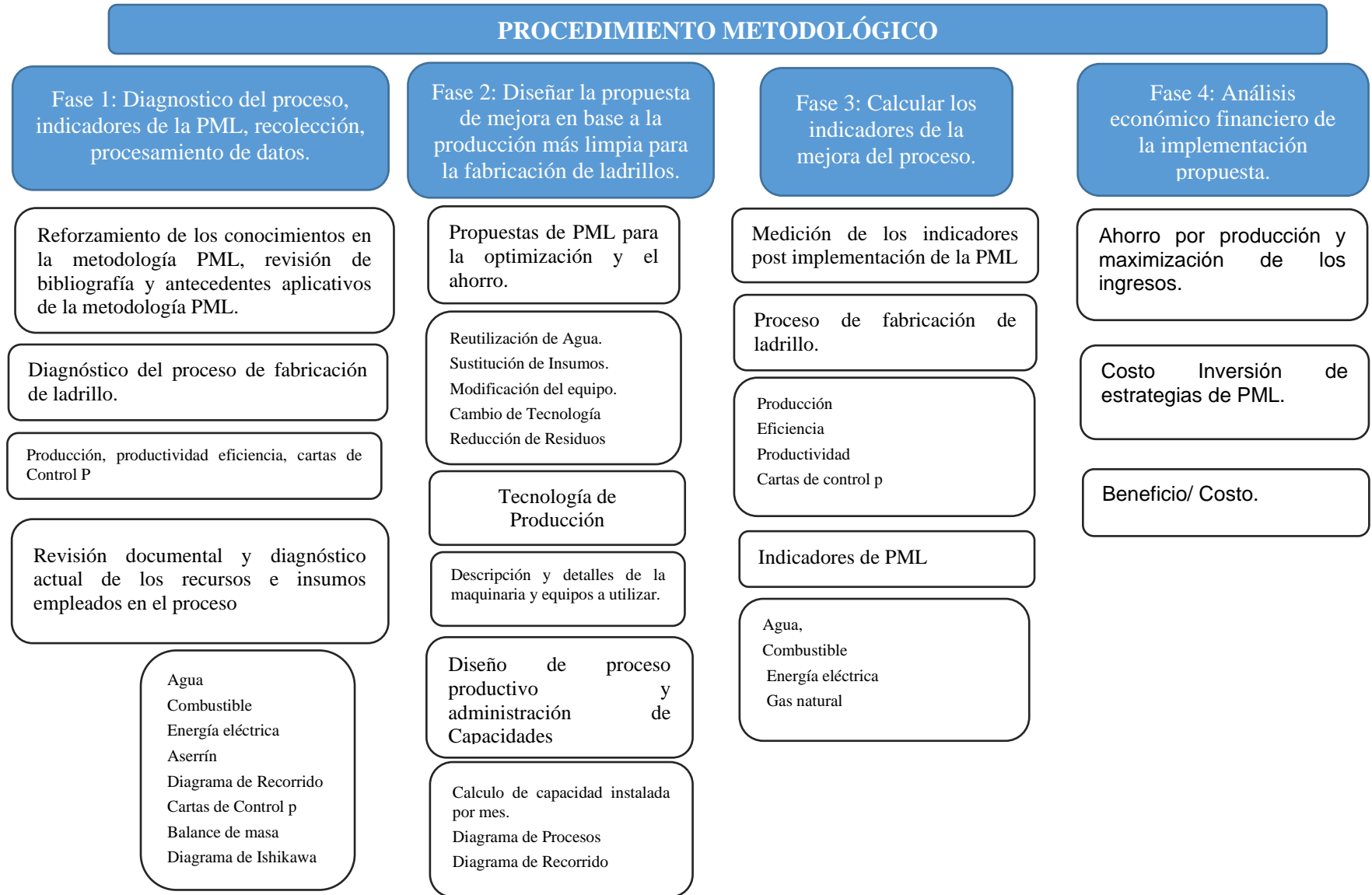


Figura 1. Procedimiento metodológico del estudio.

### 2.3.1. PROCEDIMIENTO

- La cual se consideró trabajar, identificación y análisis en base a la producción más limpia de los procesos, recursos, insumos empleados y los residuos generados, para encontrar los procesos críticos donde se genera mayor consumo y residuos. (Cuadrante

1) dentro del Objetivo específico 1.

.Diagnóstico del proceso, mediante la medición de indicadores de la PML y producción, recolección, procesamiento de datos. (Cuadrante 1)

2) Dentro del Objetivo específico 2

.Definir las opciones de P+L a incluir para seleccionar las más relevantes y diseñar la mejora, teniendo en consideración la disminución del impacto ambiental y la mejora del proceso. (Cuadrante 2)

3) Dentro del Objetivo específico 3

Realizar la medición del efecto de la mejora mediante la variación de los indicadores en estudio en función a la P+L, y evaluar la mejora del proceso de fabricación (cuadrante 3)

4) Dentro del objetivo específico 4.

Evaluar el beneficio en cuanto a los ingresos considerando la reducción del consumo de materias e insumos, generación de desperdicios y la mejora de los indicadores de mejora del proceso productivo (cuadrante 4)

### 2.3.2. Plan de Acción:

- Proceso: Producción
  
- Objetivo: Diseñar un plan para minimizar el uso de combustible, agua, energía y disminuir la generación de residuos para mejorar el proceso productivo; mediante la estrategia de producción más limpia en la fabricación de ladrillos.
  
- Plan de Acción: Plan para mejorar el proceso de fabricación en base a la producción más limpia.
  
- Propósito: Buscar una optimización operativa en los procesos mediante la producción más limpia para mejorar el proceso de fabricación de ladrillo cerámico.
  
- Responsable: Estudiante encargado para realizar el estudio.

**Tabla 3**  
*Operacionalización de Variables.*

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidades
<b>Variable Dependiente</b>				
Procesos de fabricación de Ladrillo	Optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias	Ciclo	minutos/ paquete	minutos/paquete
		Produccion	$\frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$	ladrillos/mes
		Productividad de mano de obra	$\frac{\text{Produccion}}{\text{N}^\circ \text{ Trabajadores}}$	ladrillos/trabajador
		Productividad de material	$\frac{\text{Produccion}}{\text{Peso de M. P}}$	ladrillos/kg
		Productividad de capital	$\frac{\text{Produccion}}{\text{Capital empleado}}$	ladrillos/soles
		Productividad de factores multiples	$\frac{\text{Produccion}}{\text{recursos empleados}}$	ladrillos/soles
		Productividad energetica	$\frac{\text{Produccion}}{\text{Kwh}}$	ladrillos/Kwh
		Eficiencia Fisica	$\frac{\text{Peso P. T}}{\text{Peso de M. P}}$	%ladrillos/mes
		Eficiencia Economica	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Costos}}$	soles
		Carta de control de la proporcion	$\bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	% de ladrillos defectuosos/ mes
<b>Variable Independiente</b>				
Estrategia de Producción Más Limpia	La Producción más Limpia es una estrategia ambiental preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia, productividad y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente	Consumo de Agua	m <sup>3</sup>	m3/Ton
		Consumo de Energía Eléctrica	kwh	Kwh/mes
		Consumo de Combustible	Galones/Ton	Gal/Tn
		Residuos reutilizables	ladrillos defectuosos	% de ladrillos
		Consumo de aserrín	Kg/Ton	Kg/ton
		Consumo de Gas Natural	m3	m3/Ton

La tabla 3 muestra las variables a medir, dimensiones e indicadores de la presente investigación.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Diagnóstico del proceso en base a la PML, recolección, procesamiento de datos.

#### 3.1.1. Breve Reseña Histórica

CECAJ inició sus actividades económicas en el año 2001, una empresa ladrillera a nivel semi-industrial con la razón social "CERAMICOS CAJAMARCA S.R.L" a iniciativas del Ing. Bobadilla Cortegana Benedicto y su socio Valqui Zumaran Luis Fernando, quienes vieron en la producción de ladrillos la oportunidad de generar ingresos y trabajo a los pobladores cajamarquinos, se encuentra ubicada en el Km 2.5 carretera a Shudal de la Ciudad de Cajamarca, a la fecha la situación actual de esta empresa dentro del mercado es Activo, CECAJ S.R.L es una Sociedad de Responsabilidad Limitada, la que tiene como actividad, rubro principal elaboración de ladrillo cerámico.

#### 3.1.2. Visión

Ser reconocidos como la mejor ladrillera de Cajamarca, no mayor al año 2021. Que el cliente se sienta a gusto con el producto y servicio brindado. Comprometidos con el cuidado de nuestro medio ambiente

#### 3.1.3. Misión







Posicionarnos como una de las más prestigiosas ladrillarías a nivel nacional contribuyendo a la mejora del sector de construcción del país, logrando la satisfacción de los clientes, trabajadores y proveedores preservando siempre el medio ambiente y el bienestar de los colaboradores.

### 3.1.4. Tecnología de producción

#### 3.1.4.1. Máquinas, equipos y Herramientas actuales

**Tabla 4**




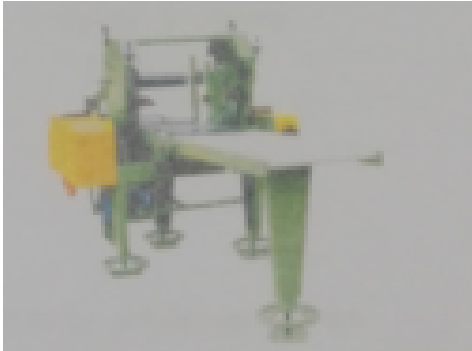
*Máquinas, equipos de la empresa CECAJ S.R.L.*

ITEM	DESCRIPCION	FOTO
1	<p><b>TOLVA</b>            Abertura Superficial: 3 X 3m            Abertura Profunda: 1 x 1m            Capacidad: 20 TN</p>	
2	<p><b>Vaivén</b>            Producción: 20 a 30 Tn/h            Potencia instalada: 10 + 15 cv            Longitud: 5 m            Peso Neto 1500 Kg</p>	
3	<p><b>Desintegrador</b>            Producción: 15 a 25 Tn/h            Potencia instalada: 10 + 15 cv            Cilindro Liso: 500mm.            Cilindro Desintegrador: 330mm            Largo de Cilindros: 460mm            Granulometría Max: 5,0a 20mm            Peso Neto 760 Kg            Volumen: 6,50 m3</p>	
4	<p><b>Faja Transportadora 1</b>            Velocidad: 5 a 20 mxs            Longitud: 5 m            Ancho: 1 m</p>	
5	<p><b>Faja Transportadora 2</b>            Velocidad: 5 a 20 mxs            Longitud: 5 m            Ancho: 1 m</p>	
6	<p><b>Amasadora</b>            Producción: 20 1 30 Tn/h            Potencia instalada: 10 + 15 cv            Longitud: 5 m            Hélices: 1500mm            Peso Neto: 1500 Kg</p>	

La tabla 4 muestra la descripción de equipos usados en el proceso de fabricación.

**Tabla 5**

*Máquinas y equipos de la empresa CECAJ S.R.L.*






ITEM	DESCRIPCION	FOTO
7	<p><b>Laminado</b></p> <p>Producción: 15 a 20 Tn/h            Potencia instalada: 10 + 15 cv            Largo de Cilindros: 460mm            Granulometría Max: 5,0 a 20mm            Peso neto: 760 Kg            Volumen: 6,50 m3r</p>	
8	<p><b>Faja Transportadora 3</b></p> <p>Velocidad: 5 a 20 mxs            Longitud: 5 m            Ancho: 1 m</p>	
9	<p><b>Extrusora</b></p> <p>Producción: 9 a 11 tn/h            Potencia instalada: 50 cv            Hélices: 280mm            Martillos: 7 piezas            Peso Neto: 1500 Kg            Volumen: 3.30 m3            Productos conformes: &gt;99%</p>	
10	<p><b>Cortadora</b></p> <p>Producción: 4000 cortes/hora            Altura max: 20mm            Ancho Max: 300mm            Largo Max: 500mm            Largo min: 60mm            Ancho Correa: 300mm            Cantidad de alambres: 2 pz            Tipo de corte: vertical            Potencia Instalada: 1.160 rpm            Peso neto: 250kg            Volumen: 1.45m3</p>	

La tabla 5 muestra la descripción de equipos usados en el proceso de fabricación.



**Tabla 6**

*Máquinas y equipos de la empresa CECAJ S.R.L.*

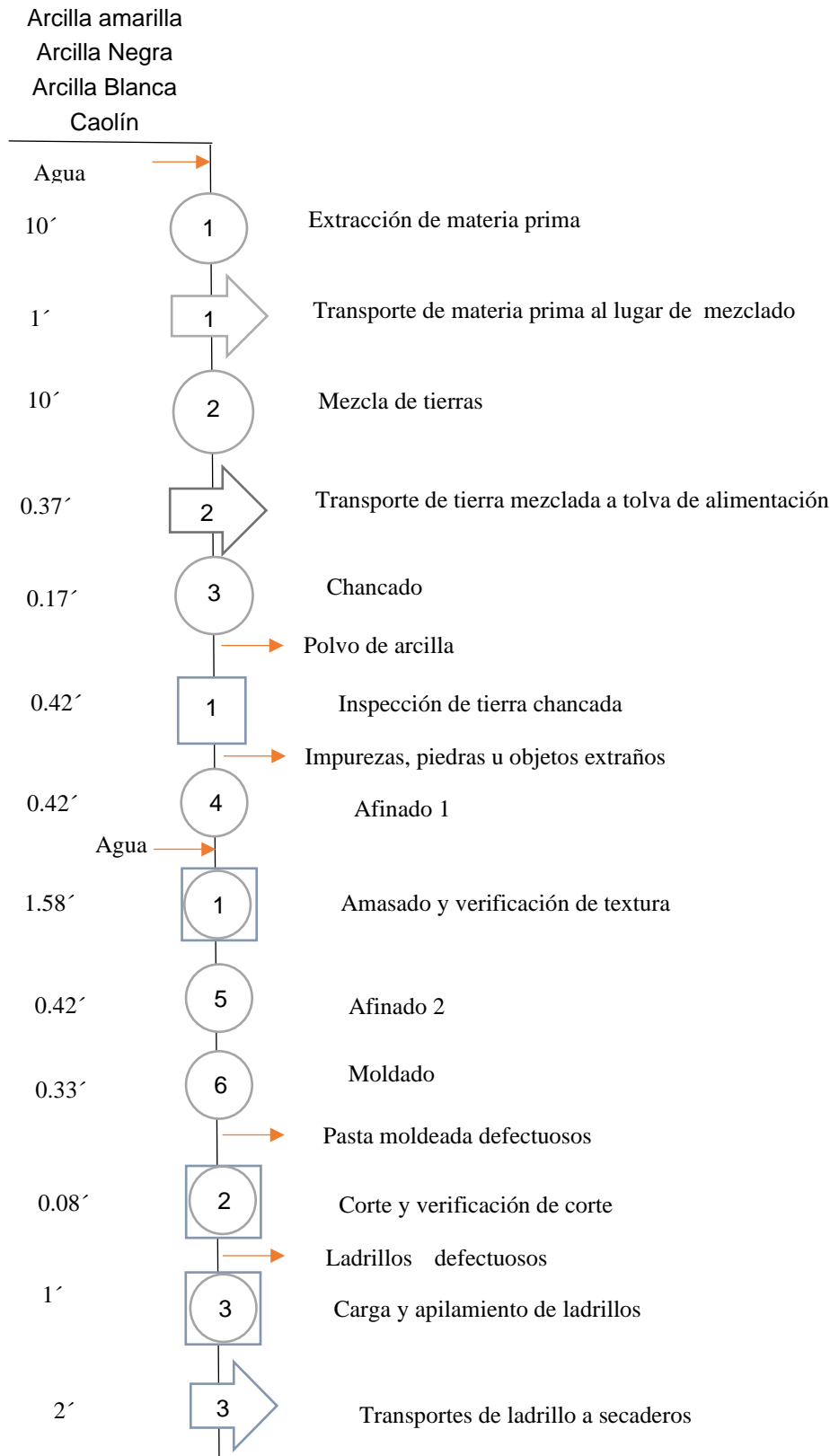
ITEM	DESCRIPCION	FOTO
11	<p><b>Faja Transportadora 4</b></p> <p>Velocidad: 5 a 20 mxs Longitud: 5 m Ancho: 1 m</p>	
12	<p><b>Molino de Viruta</b></p> <p>Potencia: 50 hp Peso Neto: 840 kg Volumen: 1.80 m3 Granulometría: 2 y 10 mm</p>	
13	<p><b>Extractor de Aire</b></p> <p>Potencia: 180 hp Peso Neto: 2680 kg</p>	
14	<p><b>Quemadores</b></p> <p>Potencia: 0.6 hp Peso Neto: 52 kg Volumen: 0.34 m3</p>	
15	<p><b>Bomba para Agua</b></p> <p>Potencia: 20 hp Peso Neto: 42 Volumen: 0.34 m3 Altura min: 93m Altura max: 141m</p>	

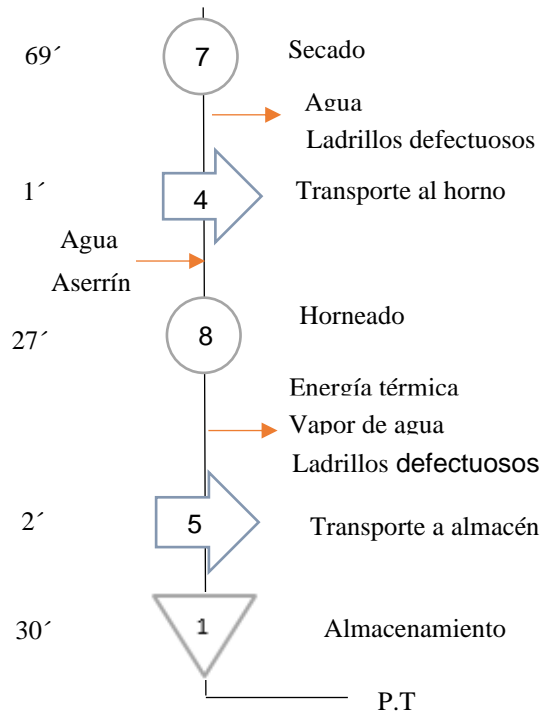
La tabla 6 muestra la descripción de equipos usados en el proceso de fabricación.

### 3.1.5. Seleccionar Proceso de Producción

**Detalles del proceso:** El proceso de fabricación de ladrillo en la empresa Cerámicos Cajamarca empieza con la extracción de las materias primas y estas son trasladadas con una retroexcavadora al área de mezclado donde la retroexcavadora mezcla los distintos tipos de arcilla, posteriormente la mezcla es transportada hacia la tolva de alimentación donde cae el material hacia el desintegrador y se trituran las rocas de gran tamaño, luego el material cae a la faja 1 y es transportado hacia el laminador 1 donde se reduce el material a un tamaño de 2 mm y luego se transporta el material mediante una faja a la amasadora donde se le agrega agua a la mezcla de tierras obtenida, posteriormente el material resultante va hacia al laminador 2 mediante una faja donde se reduce a 1 mm el tamaño de este material, luego la mezcla es transportada mediante una faja a la extrusora en la cual se saca todo el aire de la mezcla, luego este material extrusado sale hacia el moldado para obtener el tipo de ladrillo deseado y posteriormente este material se transporta por una faja hacia la cortadora; una vez cortados los ladrillos son transportados por una faja hacia la zona de carga en la cual de forma manual los operarios cargan los ladrillos a la carreta y posteriormente la carreta es anclada a un tractor y transportada hacia los secaderos en la cual los operarios manualmente descargan los ladrillos de la carreta y los apilan en 8 ladrillos en vertical y filas con un espacio de 30 cm entre cada fila; una vez secos los ladrillos, son cargados manualmente en un camión y transportados a los hornos, donde se descargan y apilan con una altura máxima de 3 metros para luego rellenar los espacios con aserrín para la quema, una vez quemados, los ladrillos son cargados y transportados por un camión al almacén de producto terminado.






### 3.1.6. DIAGRAMA DEL PROCESO:





**Tabla 7**

*Resumen de tiempos del DAOP de ladrillo pandereta.*

CUADRO RESUMEN			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo(min)
	Operación	8	117.34
	Inspección	1	0.42
	Almacén	1	30
	Operación Combinada	3	2.66
	Transporte	5	6.37

La tabla 7 indica la cantidad de operaciones, inspecciones, transportes, operaciones combinadas y almacenamiento que forman parte del proceso.

### 3.1.7. Diagrama de recorrido de ladrillo tipo pandereta

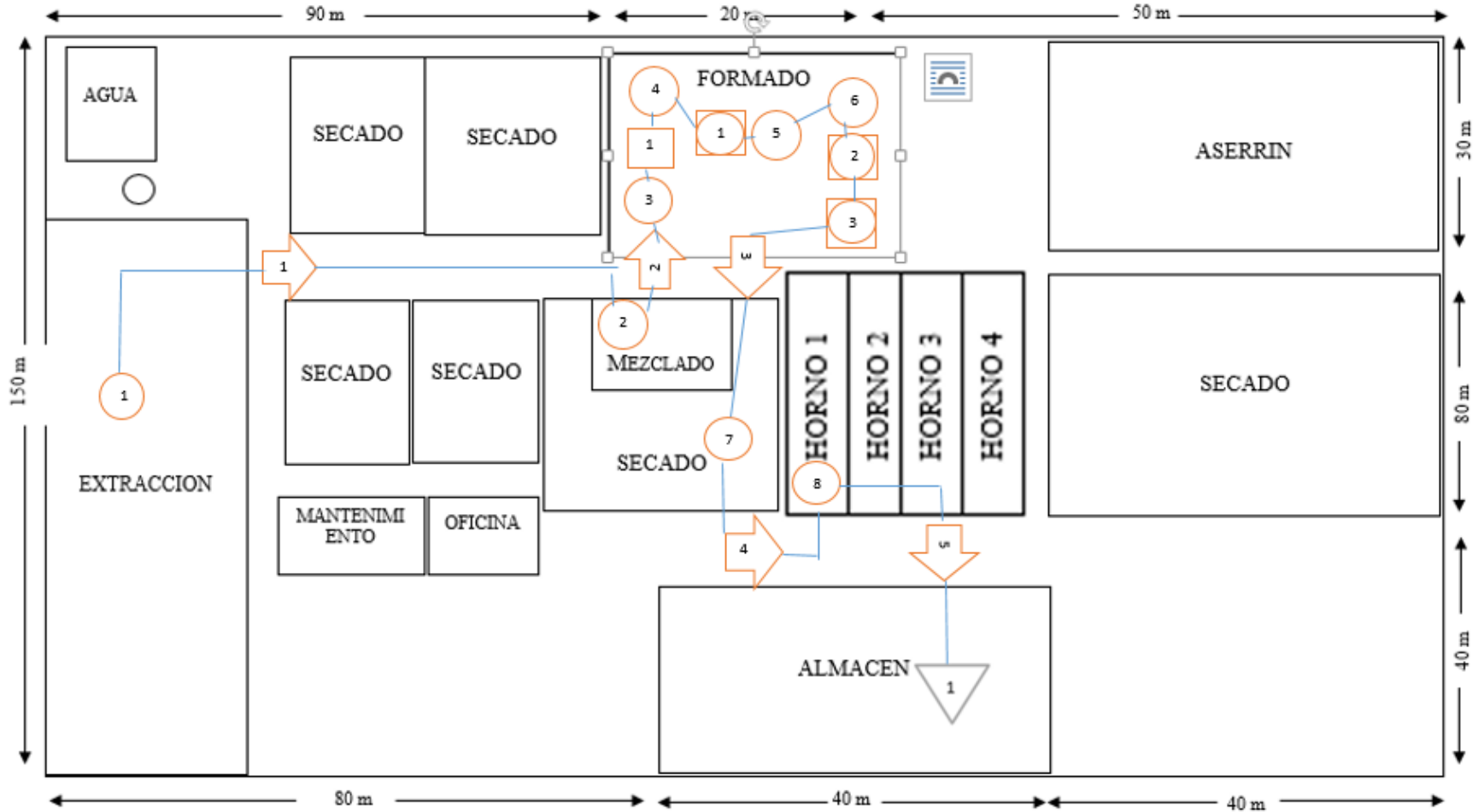


Figura 2. Diagrama de recorrido del proceso de Fabricación de Ladrillo Pandereta que se realiza actualmente en la empresa CECAJ.

### 3.1.8. Producción:

Calculo de la producción de ladrillo tipo pandereta:

Para el cálculo de la producción se tomó en cuenta el tiempo base en horas, semana, mes y año; se consideró al área de horneado como el ciclo de producción ya que este proceso es el que demora más tiempo; además se considera un día laboral de 8 horas y 6 días de trabajo a la semana. Los siguientes resultados se muestran disminuyendo el 11.44% debido a productos no conformes o producción defectuosa. Los datos mostrados se determinaron mediante el estudio de tiempos del proceso de fabricación de ladrillo pandereta (ver anexo 15).

#### Ecuación n° 1: Formula de la producción

$$P = \frac{Tb}{C}$$

Dónde: P= Producción      Tb= Tiempo base      C= Ciclo      1 Paquete= 3000 ladrillos

- Producción por hora:

$$P = \frac{60 \frac{\text{min}}{1\text{h}}}{69 \frac{\text{min}}{\text{paquete}}} = 0.89 \text{ paquetes/h} \times \frac{3000 \text{ ladrillos}}{1 \text{ paquete}} = 2609 \text{ ladrillos/hora} = 4.98 \text{ Tn/hora}$$

- Producción por día:

$$P = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{h}} \times \frac{8\text{h}}{\text{día}}}{69 \text{ min/paquetes}} = 6.96 \text{ paquetes/día} \times \frac{3000 \text{ ladrillos}}{1 \text{ paquete}} = 20870 \text{ ladrillos/día}$$

P=39.86 Tn/día

- Producción por semana:

$$P = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{h}} \times \frac{8\text{h}}{1\text{d}} \times \frac{6\text{d}}{1\text{sem}}}{69 \frac{\text{min}}{\text{paquetes}}} = 41.74 \text{ paquetes/semana} \times \frac{3000 \text{ ladrillos}}{1 \text{ paquete}} = 125217 \text{ ladrillos/semana}$$

$$P = 239.17 \text{ Tn/semana} = 239.17 \text{ Tn/semana}$$

- Producción por mes:

$$P = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{h}} \times \frac{8\text{h}}{1\text{dia}} \times \frac{26\text{dias}}{1\text{mes}}}{69 \frac{\text{min}}{\text{paquete}}} = 180.87 \text{ paquetes/mes} \times \frac{3000 \text{ ladrillos}}{1 \text{ paquete}} = 542609 \text{ ladrillos/mes}$$

A la producción mensual calculada en base a los tiempos de procesamiento con un valor de 542609 ladrillos/mes = 1036 Tn/mes, se le disminuye 62071 ladrillos, el cual es la proporción de ladrillos defectuosos, considerando la disminución de la producción debido a la proporción defectuosa se estableció la producción en 480,538 ladrillos al mes = 951.46 Tn/ mes. La proporción de ladrillos defectuosos se determinó mediante las cartas de control de la proporción p en todo el proceso de fabricación de ladrillo.

- Producción por año:

$$P = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{h}} \times \frac{8\text{h}}{\text{dia}} \times \frac{26\text{dias}}{1\text{mes}} \times \frac{12\text{meses}}{1\text{año}}}{69 \frac{\text{min}}{\text{paquete}}} = 2170.43 \text{ paquetes/año} \times \frac{3000 \text{ ladrillos}}{1 \text{ paquete}}$$

$$P = 6511304 \text{ ladrillos/año} = 15952.70 \text{ Tn/mes.}$$

### 3.1.8.1.Histórico de producción

Los datos obtenidos en este apartado se determinaron mediante el análisis documental de los registros de reporte de producción diaria del área del año 2019 (ver anexo 28).

**Tabla 8**

*Registro de Producción Mensual de enero a diciembre del año 2019*

MES	PRODUCCION (Toneladas)
ENERO	1142.95
FEBRERO	1083.16
MARZO	602.66
ABRIL	1204.19
MAYO	983.60
JUNIO	1020.61
JULIO	1116.84
AGOSTO	793.72
SETIEMBRE	997.02
OCTUBRE	993.02
NOVIEMBRE	1159.95
DICIEMBRE	866.91
TOTAL	11964.64

La tabla 8 muestra el volumen de producción mensual en toneladas de enero a diciembre de 2019, los datos fueron obtenidos mediante fichas de reporte del área de producción.

Los datos obtenidos de la eficiencia y productividad en los puntos 3.1.9 y 3.1.10 se basan en la producción obtenida mediante el diagrama de flujo porque este determina el ritmo de la producción mensual el cual es estático y continuo por ser producción en serie.

### 3.1.9. Productividad

#### Ecuación n° 2: Productividad

$$\frac{\text{Producción}}{\text{Recurso empleado}}$$

#### 3.1.9.1.Productividad de mano de obra:

Se obtuvo como dato de la empresa, que laboran 30 trabajadores.



542609 ladrillos/mes- 62071 ladrillos defectuosos = 480538 ladrillos/mes

$$P = \frac{p}{Q} = \frac{480538 \text{ ladrillos/mes}}{30 \text{ trabajadores/mes}} = 16018 \text{ ladrillos/trabajador.}$$

Interpretación: Cada trabajador produce 16018 ladrillos al mes.

### 3.1.9.2.Productividad de materia prima:

**Tabla 9**

*Materia Prima empleada en el proceso.*

N°	TIPOS DE TIERRA	100%
1	Arcilla Amarilla	30%
2	Arcilla Negra	15%
3	Arcilla Blanca	15%
4	Caolín	40%

En la tabla 9 se aprecia la proporción de materia prima usada para la fabricación de ladrillo tipo pandereta, estos datos se obtuvieron de la empresa CECAJ S.R.L ya que usan dichas proporciones del material para el proceso.

$$P = \frac{p}{Q} = \frac{480538 \text{ ladrillos/mes}}{1036383 \text{ Kg/mes}} = 0.46 \text{ ladrillos/kg}$$

Interpretación: Este resultado nos indica que por cada kg que se utilice de materia prima se produce 0.46 ladrillos.

### 3.1.9.3.Productividad de capital empleado:

Capital por mes: S/. 89939.76

$$P = \frac{p}{Q} = \frac{480538 \text{ ladrillos/mes}}{89939.76 \text{ Soles/mes}} = 5.34 \text{ ladrillos/soles}$$

Interpretación: Este resultado indica que por cada sol invertido se producen 5.34 ladrillos.

**Tabla 10**

*Costos mensuales operativos de la empresa CECAJ S.R.L.*

Ítem	Cantidad	Costo	Monto
Apilamiento	2	30	S/. 1,560.00
Formado	9	35	S/. 8,190.00
Despacho	4	100	S/. 10,400.00
Quemadores	7	50	S/. 9,100.00
Mantenimiento	3	35	S/. 2,730.00
Jefe de Planta	1	1700	S/. 1,700.00
Encargado de compras	1	1000	S/. 1,000.00
Control de Calidad	1	850	S/. 850.00
Maquinaria pesada	1	300	S/. 7,800.00
Máquina para la mezcla	1	300	S/. 7,800.00
Aserrín (Tn)	1036	-	S/. 21,771.00
Petróleo (gal)	555.93	-	S/.7,227.09
Energía eléctrica (Kw)	451	-	S/. 9,812.14
<b>TOTAL GASTOS</b>			<b>S/. 89,939.76</b>

En la tabla 10 se detallan los costos mensuales, como el de mano de obra, energía eléctrica, combustible y aserrín usados para el proceso.

#### **3.1.9.4.Productividad de energía:**

$$P = \frac{p}{Q} = \frac{\text{produccion}}{\text{energia}} = \frac{480538 \text{ ladrillos/mes}}{451 \text{ KWh/mes}} = 1064.44 \text{ ladrillos/kw}$$

Interpretación: Por cada kw se producen 1064.44 ladrillos.

### 3.1.9.5.Productividad de factores múltiples

**Tabla 11**

*Costos de personal directo de la empresa CECAJ.*

Ítem	Cantidad	Costo	Monto
Apilamiento	2	30	S/. 1,560.00
Formado	9	35	S/. 8,190.00
Despacho	4	100	S/. 10,400.00
Quemadores	7	50	S/. 9,100.00
Mantenimiento	3	35	S/. 2,730.00
Jefe de Planta	1	1700	S/. 1,700.00
Encargado de compras	1	1000	S/. 1,000.00
Control de Calidad	1	850	S/. 850.00
Maquinaria pesada	1	300	S/. 7,800.00
Máquina para la mezcla	1	300	S/. 7,800.00
<b>TOTAL GASTOS DE PERSONAL</b>			<b>S/. 51,130.00</b>

En la tabla 11 se detallan los costos mensuales de mano de obra y la cantidad de operarios que laboran en cada área de la empresa.

Mano de obra: S/. 51,130.00 mes

Aserrín= S/. 21,771.00 mes

Energía= S/. 9,812.14 mes

Capital = S/. 89,939.76 mes

Productividad de múltiples factores =  $\frac{480538 \text{ ladrillos/mes}}{172652.42 \text{ soles/mes}} = 2.78 \text{ ladrillos/soles}$

Interpretación: por cada sol invertido, se fabrican 2.78 ladrillos.

### 3.1.10. Eficiencia

$$\% \text{ Eficiencia} = \text{Produccion real} / \text{Produccion programada} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = (480538/542609) * 100 = 88.56\%$$

#### 3.1.10.1. Eficiencia física (Ef):

##### Ecuación n° 3: Eficiencia Física

$$\frac{\text{Peso } P.T}{\text{Peso de } M.P}$$

$$\text{Peso } P.T = 480537 \text{ ladrillos/mes} * \frac{1.91 \text{ kg}}{1 \text{ ladrillo}} = 917825.67 \text{ kg/mes}$$

El peso de la mezcla de arcillas después del proceso productivo es de 917825.67 kg/mes, es el peso del ladrillo terminado.

$$\text{Peso de } M.P = 542609 \text{ ladrillos/mes} * \frac{1.91 \text{ kg}}{1 \text{ ladrillo}} = 1036383.19 \text{ kg/mes}$$

El peso de la mezcla de arcillas antes del proceso productivo empleado mensual es de 1036383.19 Kg.

$$Ef = \frac{917825.67 \text{ kg}}{1036383.19 \text{ kg}} = 0.8856 = 88.56 \%$$

Interpretación: Esto indica que si hay eficiencia física y que se pierde aproximadamente un 11.44 % de la materia prima que ingresa al proceso.

### 3.1.10.2. Eficiencia Económica

**Tabla 12**

*Peso y precio de venta de ladrillo Tipo pandereta*

LADRILLO	PESO	Precio de Venta
PANDERETA	1.91 kg	0.30 s/. /unid

En la tabla 12 se indica el precio en céntimos por unidad de ladrillo y el peso promedio.

#### Ecuación n° 4: Eficiencia económica

$$Ee = \frac{\text{Ventas}}{\text{Costos}}$$

Ventas = 480538 unid/mes X 0.30 soles /unid = S/. 14,4161.4.84 mensuales

Costos= S/. 90,075.17 mensuales

$$Ee = \frac{153771.84 \text{ soles/mes}}{78307.8 \text{ soles/mes}} = 1.60$$

Interpretación: Si se está obteniendo utilidades en la producción del ladrillo pandereta.

### 3.1.11. Identificar el porcentaje de residuos de proceso en las áreas de producción.

#### 3.1.11.1. Cartas de Control de la Proporción:

Para estimar la proporción de ladrillos defectuosos se consideraron las 3 áreas de formado, secado y horneado, para estimar la proporción de productos defectuosos, y si los procesos se encuentran bajo control.

Formula de la carta de control:

Tipo de Gráfico	Límite Inferior LCI	Línea Central	Límite Superior LCS
Proporción	$\bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	$\bar{p}$	$\bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

### 3.1.11.2. Carta de proporción P del área de Formado.

Mediante las cartas de la Proporción P se logró estimar la proporción de ladrillos defectuosos.

Se requiere 22 bloques para hacer el muestreo para establecer los límites de control.

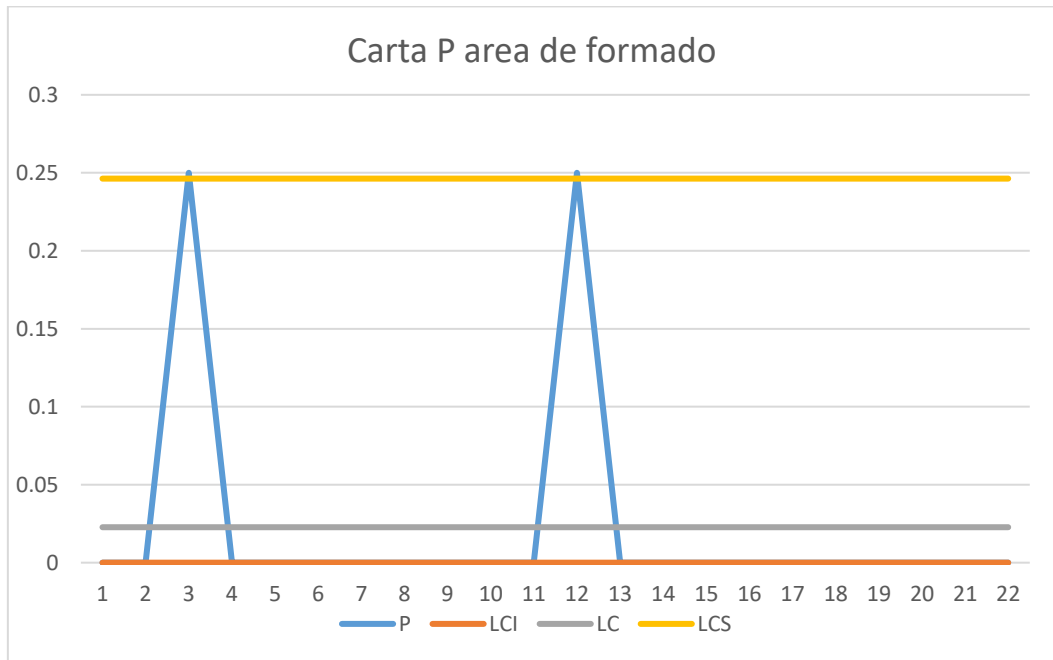
El tamaño de bloque para el proceso de maquinado es 4 ladrillos.

**Tabla 13**

*Carta de Control P del área de Formado*

Subgrupo	Bloque, $n_j$	Ladrillos sin defectos,	Ladrillos defectuosos,	P	LCI	LC	LCS
		$d_j$	$d_j$				
1	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
2	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
3	4	3	1	0.25	0	0.02272727	0.246276313
4	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
5	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
6	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
7	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
8	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
9	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
10	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
11	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
12	4	3	1	0.25	0	0.02272727	0.246276313
13	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
14	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
15	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
16	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
17	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
18	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
19	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
20	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
21	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
22	4	4	0	0	0	0.02272727	0.246276313
Total	88	86	2	2.27%			

La tabla 13 muestra que por cada 88 ladrillos producidos, 86 pasan al siguiente proceso, 2 son defectuosos y no pasan al siguiente proceso de fabricación de ladrillo, es decir que solo el 2.27% son defectuosos y no pasan al proceso de secado. Autoría Propia.



**Figura 3.** Carta P del área de formado

La figura ilustra la gráfica y los límites de control relacionados a la proporción de ladrillos defectuosos en el área de formado, y permiten identificar si el proceso de formado está bajo control, lo ocurrido se debe a causas especiales.

### 3.1.11.3. Carta P del área de Secado:

Se requiere 18 bloques para hacer el muestro para establecer los límites de control.

El tamaño de bloque para el proceso de secado es 4 ladrillos.

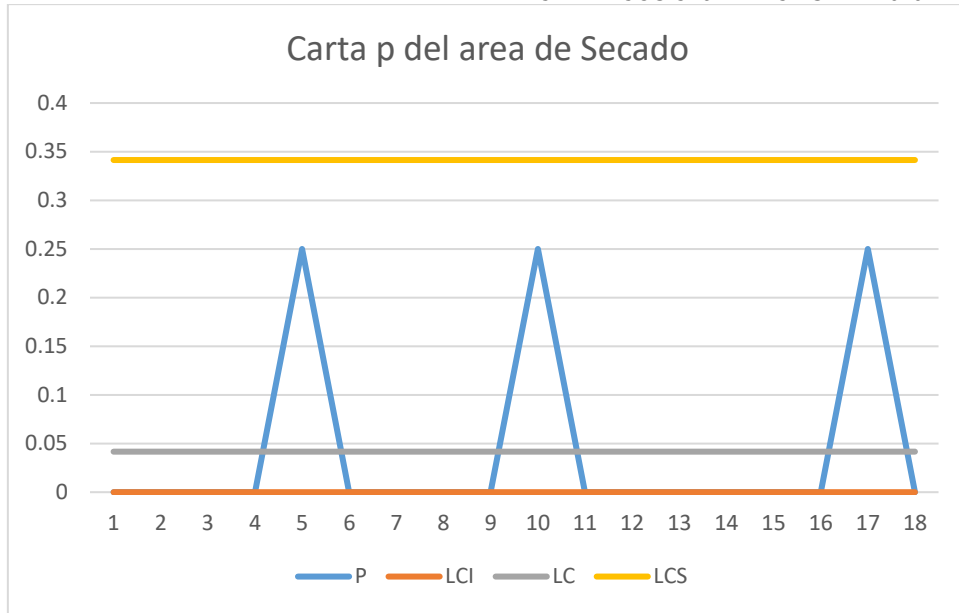
**Tabla 14**

*Carta de Control P del área de Secado*

Subgrupo	Bloque, $n_i$	Ladrillos sin defectos, $d_i$	Ladrillos defectuosos, $d_i$	P	LCI	LC	LCS
1	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
2	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
3	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
4	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
5	4	3	1	0.25	0	0.0416667	0.3414061
6	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
7	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
8	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
9	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
10	4	3	1	0.25	0	0.0416667	0.3414061
11	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
12	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
13	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
14	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
15	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
16	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061
17	4	3	1	0.25	0	0.0416667	0.3414061
18	4	4	0	0	0	0.0416667	0.3414061

La tabla 14 muestra que por cada 72 ladrillos producidos, 69 pasan al siguiente proceso, 3 son defectuosos y no pasan al siguiente proceso de fabricación de ladrillo, es decir que el 4.17% de ladrillos del área de secado, son defectuosos y no pasan al proceso de quemado. Autoría Propia.





**Figura 4.** Carta P del área de secado

La figura ilustra la gráfica y los límites de control relacionados a la proporción de ladrillos defectuosos en el área de secado, y permiten identificar si el proceso de formado está bajo control, al investigar lo ocurrido, se encontró que en dichas muestras se debe a la lluvia que genera excesiva humedad en los ladrillos y la presión por el apilamiento, hace que se deformen o rompan. Autoría Propia

#### 3.1.11.4. Carta P del área de Horneado

Se requieren 20 bloques para hacer el muestro para establecer los límites de control.

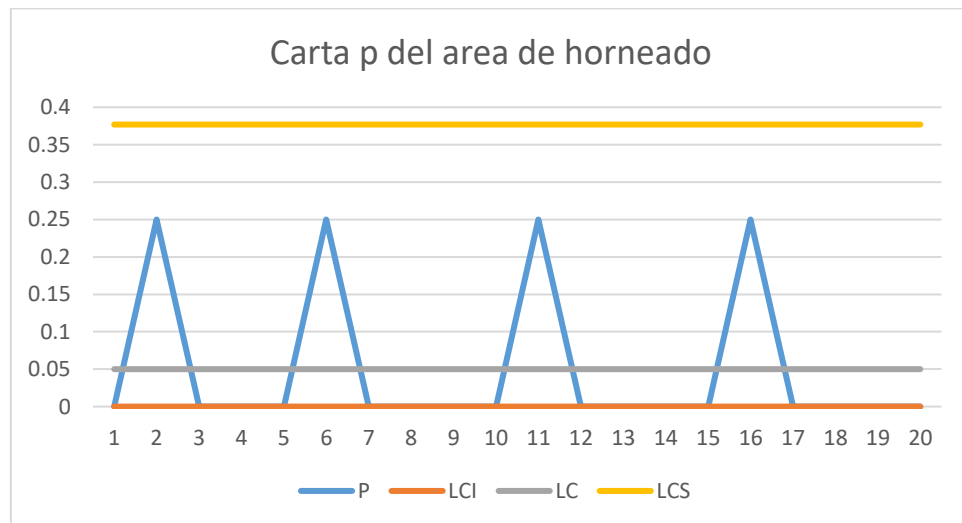
El tamaño de bloque para el proceso de horneado es 4 ladrillos.

**Tabla 15**

*Carta de Control P del área de Horneado*

Subgrupo	Bloque, $n_i$	Ladrillos sin defectos, $d_i$	Ladrillos defectuosos, $d_i$	P	LCI	LC	LCS
1	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
2	4	3	1	0.25	0.00000	0.05	0.37692
3	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
4	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
5	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
6	4	3	1	0.25	0.00000	0.05	0.37692
7	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
8	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
9	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
10	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
11	4	3	1	0.25	0.00000	0.05	0.37692
12	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
13	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
14	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
15	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
16	4	3	1	0.25	0.00000	0.05	0.37692
17	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
18	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
19	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692
20	4	4	0	0	0.00000	0.05	0.37692

La tabla 15 muestra que por cada 80 ladrillos producidos, 76 pasan al siguiente proceso, 4 son defectuosos y no pasan al siguiente proceso de fabricación, es decir que el 5% de ladrillos del área de horneados, son defectuosos y no pasan al almacén. Autoría Propia.



**Figura 5.** Carta P del área de horneado

La figura ilustra la gráfica y los límites de control relacionados a la proporción de ladrillos defectuosos en el área de quemado, y permiten identificar si el proceso de formado está bajo control, al investigar lo ocurrido, se encontró los defectos se debe a el exceso de cocción y roturas de ladrillos con defectos provenientes de los anteriores procesos.

Se logró identificar las áreas con alto nivel de generación de residuos mediante las cartas de la proporción presentadas anteriormente, mediante lo cual se hallaron los siguientes resultados.

**Tabla 16**

Cuadro Resumen de proporción de defectos en las áreas de la producción.

Ladrillos Defectuosos	%
Formado	2.27%
Secado	4.17%
Quemado	5.00%
Total	11.44%

La tabla 16 muestra que el 11.44% de ladrillos fabricados en la empresa CECAJ S.R.L son defectuosos, con una proporción de 2.27%, 4.17% y 5%, para las áreas de formado, secado y horneado respectivamente, y solo el 88.56 % de la producción es almacenada.

### 3.1.12. Diagnóstico de los recursos e insumos que emplea la empresa en el Proceso de Fabricación de Ladrillo Pandereta.

#### 3.1.12.1. Cuadro de identificación de áreas con consumo de combustible y energía.

**Tabla 17**

*Cuadro de actividades relacionadas al consumo de la empresa CECAJ.*

Actividad	Maquina usada	Consumo
Extracción de M.P	Retroexcavadora	Petróleo
Transporte de M.P hacia el área de mezclado	Retroexcavadora	Petróleo
Mezclar los Componentes	Retroexcavadora	Petróleo
Trasladar la mezcla hacia la tolva	Retroexcavadora	Petróleo
Moler la mezcla	Desintegrador	Energía Eléctrica
Trasladar la mezcla al desintegrador	Faja 1	Energía Eléctrica
Moler Mezcla en Desintegrador 1	Laminador 1	Energía Eléctrica
Transportar la mezcla hacia la amasadora	Faja 2	Energía Eléctrica
Mezclar tierras con agua en la amasadora	Amasadora	Energía Eléctrica
Trasladar la mezcla al laminador 2	Faja 3	Energía Eléctrica
Triturar la mezcla en la laminadora 2	Laminadora 2	Energía Eléctrica
Trasladar la mezcla hacia la extrusora	Faja 4	Energía Eléctrica
Obtener barra de material transversal extrusado y moldear.	Extrusora	Energía Eléctrica
Cortar los ladrillos	Cortadora	Energía Eléctrica
Transportar ladrillos hacia secaderos.	Tractor	Petróleo
Transporte de ladrillos a hornos	Camión	Petróleo
Horneado	Hornos	Aserrín
Transporte a almacén.	Camión	Petróleo
Limpiar secaderos	Mini cargador	Petróleo
Limpiar Hornos	Mini cargador	Petróleo

La tabla 17 indica las diversas actividades desarrolladas en el proceso de fabricación de ladrillo relacionada al tipo de maquina utilizada, siendo retroexcavadora, laminadores, fajas, extrusora, tractor, camiones, hornos y mini cargador, además relaciona el tipo de energía de la maquina usada en cada actividad, las cuales son el petróleo, energía eléctrica o aserrín.

### 3.1.12.2. Histórico de Consumo de Agua

Los datos mostrados en la tabla 18 se obtuvieron mediante las fichas de reporte de producción, se procesó primeramente identificando el peso de ladrillo horneado, posteriormente se calculó el peso de material saliente en el área de formado y se determinó la diferencia, con la cual se obtuvo la humedad total, a la cual se le resto el agua utilizada para hallar la humedad de las arcillas entrantes al proceso (Ver anexo 14).

**Tabla 18**

*Cuadro Resumen de la relación de producción y agua utilizada en las áreas del proceso.*

MES	PRODUCCION (Toneladas)	HUMEDAD DE TIERRA MEZCLADA	Agua Añadida (m <sup>3</sup> )	HUMEDAD TOTAL DE LADRILLO FORMADO	LADRILLO FORMADO (Kg)	LADRILLO SECO (Kg)	LADRILLO QUEMADO (Kg)
ENERO	1142.95	10.44%	12.20%	22.64%	2.532	2.134	1.959
FEBRERO	1083.16	9.02%	12.24%	21.26%	2.441	2.117	1.922
MARZO	602.66	9.95%	12.69%	22.63%	2.455	2.095	1.899
ABRIL	1204.19	11.10%	9.81%	20.91%	2.382	2.041	1.884
MAYO	983.60	12.57%	10.98%	23.56%	2.504	2.037	1.914
JUNIO	1020.61	11.05%	10.58%	21.63%	2.423	2.073	1.899
JULIO	1116.84	13.67%	8.92%	22.59%	2.507	2.105	1.941
AGOSTO	793.72	13.16%	8.57%	21.73%	2.417	2.015	1.892
SETIEMBRE	997.02	11.91%	8.53%	20.43%	2.300	2.051	1.83
OCTUBRE	993.02	10.81%	10.41%	21.22%	2.380	2.033	1.875
NOVIEMBRE	1159.95	11.50%	10.71%	22.20%	2.469	2.132	1.921
DICIEMBRE	866.91	10.64%	10.60%	21.24%	2.386	2.072	1.879
TOTAL	11964.64	11.32%	10.52%	21.84%	2.433	2.075	1.901

La tabla 18 muestra el % humedad del ladrillo en el área de formado en relación al peso del producto terminado, obteniéndose un promedio anual de 21.84 % en el área de formado con un peso de 2.433 Kg, un promedio de 1.91 Kg es la mezcla de arcillas. Para determinar el agua con el que el material entra al proceso, se restó al ladrillo húmedo que sale del formado el peso del agua que se añade en dicho proceso y de esa forma se determinó el agua que ingresa al proceso con la mezcla de arcillas utilizando además el peso de ladrillo quemado, se obtuvieron de enero a diciembre del año 2019.

Los datos mostrados en la tabla 19 se obtuvieron mediante las fichas de reporte del área de producción, se determinó el agua que es añadida en el proceso al mes, posteriormente se identificó el volumen de producción mensual, finalmente se determinó el consumo específico de agua en metros cúbicos por tonelada de ladrillo procesado (Ver anexo 13).

**Tabla 19**

Cuadro Resumen de consumo específico de agua en relación al volumen de producción.

MES	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (Tn)	CONSUMO DE AGUA AÑADIDA (m3)	CONSUMO ESPECIFICO (m3/ton)
ENERO	1142.95	139.43	0.122
FEBRERO	1083.16	132.60	0.122
MARZO	602.66	76.46	0.127
ABRIL	1204.19	118.16	0.098
MAYO	983.60	108.03	0.110
JUNIO	1020.61	107.97	0.106
JULIO	1116.84	99.59	0.089
AGOSTO	793.72	67.99	0.086
SETIEMBRE	997.02	85.00	0.085
OCTUBRE	993.02	103.37	0.104
NOVIEMBRE	1159.95	124.18	0.107
DICIEMBRE	866.91	91.86	0.106
TOTAL	11964.64	1254.63	0.105

La tabla 19 muestra el volumen de producción(Tn), asimismo el consumo de agua(m3) que es añadida para obtener mayor viscosidad y maleabilidad, con estos datos se obtuvo un consumo específico que varía desde 0.122 metros cúbicos por tonelada de ladrillo fabricado en los meses de enero y febrero, hasta un valor de 0.098 metros cúbicos por tonelada en abril y 0.106 metros cúbicos por tonelada en diciembre, obteniendo en promedio un consumo específico de 0.105 metros cúbicos por tonelada de ladrillo fabricado de enero a diciembre del año 2019 en la empresa.

### 3.1.12.3. Consumo de Petróleo en la empresa

Los datos mostrados en la tabla 20 se obtuvieron mediante los registros mensuales de petróleo empleado en el área de producción, luego se identificó el volumen de producción mensual en toneladas del año 2019 y posteriormente se obtuvo el consumo de petróleo en galones por tonelada de ladrillo producido al mes (ver anexo 13).

**Tabla 20**

*Cuadro Resumen de la relación de producción, petróleo consumido, y el consumo específico.*

MES	PRODUCCION (Toneladas)	Petróleo (Galones)	Petróleo (s/.)	CONSUMO ESPECIFICO (Gal/Ton)
ENERO	1142.95	601	S/. 7,813.00	0.526
FEBRERO	1083.16	549	S/. 7,137.00	0.507
MARZO	602.66	453	S/. 6,889.00	0.752
ABRIL	1204.19	602	S/. 7,826.00	0.500
MAYO	983.60	534	S/. 6,942.00	0.543
JUNIO	1020.61	559	S/. 7,267.00	0.548
JULIO	1116.84	594	S/. 7,722.00	0.532
AGOSTO	793.72	446	S/. 5,798.00	0.562
SETIEMBRE	997.02	512	S/. 6,656.00	0.514
OCTUBRE	993.02	489	S/. 6,357.00	0.492
NOVIEMBRE	1159.95	626	S/. 8,138.00	0.540
DICIEMBRE	866.91	453	S/. 5,889.00	0.523
TOTAL	11964.64	6418	S/. 83,434.00	0.536

La tabla 20 muestra el volumen de producción mensual en toneladas de ladrillos terminados y el consumo de galones de petróleo al mes, obteniéndose como resultado que en el año 2019 se produjeron 11964.64 Toneladas de ladrillo, para lo cual se empleó un total de 6418 galones de petróleo y un consumo específico de 0.536 galones de petróleo por tonelada de ladrillo producido en la empresa.

### 3.1.12.4. Histórico de consumo energía eléctrica

Los datos mostrados en la tabla 21 se obtuvieron mediante las fichas de consumo de las maquinas, se identificaron los equipos usados para la fabricación y el número de motores de estos, luego se tomó el consumo por hora de uso de cada máquina, luego se determinó el número de horas diarias y días mensuales de uso de cada máquina y se calculó el costo de electricidad por cada máquina, el costo mensual de todas las maquinas empleadas en el proceso (ver anexo 13).

**Tabla 21**

*Consumo eléctrico y costo mensual por uso de equipos en la empresa CECAJ.*

MAQUINA – EQUIPO	NUMERO DE MOTORES	Potencia en Kwh	HORAS DIARIAS DE USO	DIAS DE USO MENSUALES	Costo unitario
Desintegrador	2	14.91	8	26	S/. 179.92
Faja 1	2	4.77	8	26	S/. 57.58
Laminador 1	2	29.83	8	26	S/. 359.84
Faja 2	2	2.98	8	26	S/. 35.98
Amasadora	1	37.28	8	26	S/. 449.81
Laminador 2	2	37.28	8	26	S/. 449.81
Faja 3	2	2.98	8	26	S/. 35.98
Máquina de vacío	1	2.98	8	26	S/. 35.98
Extrusora	1	111.85	8	26	S/. 1,349.42
Cortadora	1	1.12	8	26	S/. 13.49
Alimentador vaivén	1	1.86	8	26	S/. 22.49
Extractor de aire	1	134.23	24	24	S/. 4,484.22
Quemadores	6	2.24	24	24	S/. 74.74
Molienda de aserrín	1	52.20	24	30	S/. 2,179.83
Electrobomba para agua	1	14.91	24	4	S/. 83.04
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>451</b>	<b>184</b>	<b>368</b>	<b>S/. 9,812.14</b>

La tabla 21 muestra los equipos eléctricos empleados a lo largo del proceso de fabricación de ladrillo, un total de 26 motores con una potencia de 451 kwh, los cuales suman un uso de 184 horas diarias, obteniendo un costo total de S/ 9,812.14 mensuales para la operatividad de las maquinas.



### 3.1.12.5. Histórico de consumo de aserrín

Los datos mostrados en la tabla 22 se obtuvieron mediante los registros de consumo de aserrín en kilogramos por quema brindados por la empresa, se logró identificar el volumen de producción en toneladas mediante las fichas de registro por cada quema (ver anexo 13).

**Tabla 22**

*Consumo de aserrín en la empresa CECAJ.*

Quema	Volumen de Produccion (Ton)	Aserrin para Quema (KG)	Aserrin para relleno de hornos (Kg)	Total Aserrin (Kg)	CONSUMO ESPECIFIC O (Kg/Ton)
1	1177.6	199880	640.00	200520	170
2	1263.35	204920	640.00	205560	163
3	1357.4	258080	640.00	258720	191
4	1369.27	212640	640.00	213280	156
5	1314.36	239240	640.00	239880	183
6	1209.26	250880	640.00	251520	208
7	527.24	104400	320.00	104720	199
8	1204.93	284720	640.00	285360	237
Total	9423.41	1754760	4799.99	1759560	187

La tabla 22 muestra el volumen de producción en toneladas por quema que ingresa al horno con un valor de 9423.41 Toneladas por las 8 quemas, asimismo indica la cantidad de aserrín empleado para relleno y para quema obteniéndose un valor total de 1759560 Kg de aserrín para las 8 quemas, además se determinó un consumo promedio de 187 Kg de aserrín por cada tonelada de ladrillo producido que ingresa al horno.

La disposición de residuos es el 11.44% (118.56Tn) de la producción basándonos en la proporción de ladrillos defectuosos del ritmo de producción, obtenido por las cartas de control de la proporción y el estudio de tiempos.

Los datos mostrados en la tabla 23 se obtuvieron mediante los registros de consumo total de aserrín en los hornos de cocción, se identificó el volumen de producción en toneladas mediante las fichas de registro por cada quema en las 8 quemas que se dieron de enero a diciembre del año 2019. (ver anexo 13)

**Tabla 23**

*Consumo de aserrín por quema en la empresa CECAJ.*

Quema	Volumen de Producción (Ton)	Total Aserrín (Kg)	Soles
1	1177.6	200520	S/. 22,558.50
2	1263.35	205560	S/. 23,125.50
3	1357.4	258720	S/. 29,106.00
4	1369.27	213280	S/. 23,994.00
5	1314.36	239880	S/. 26,986.50
6	1209.26	251520	S/. 28,296.00
7	527.24	104720	S/. 11,781.00
8	1204.93	285360	S/. 32,103.00
Total	9423.41	1759560	S/. 197,950.50

La tabla 23 muestra el volumen de producción que ingresa al horno para la quema con un total de 9,423.41 toneladas y un consumo total de 1759560 kg de aserrín, con esto se determinó el costo total de aserrín en las 8 quemas del año 2019 con un costo que asciende a la suma de s/. 197,950.00 además un promedio de 219945 Kg de aserrín por quema

### **3.1.13. Cuadro resumen: Entrada y Salida de Materiales en el Proceso Productivo**

Los datos mostrados en la tabla 24 se obtuvieron en base al diagrama de análisis de operaciones y la observación directa mediante visitas al área de producción en la empresa CECAJ S.R.L.

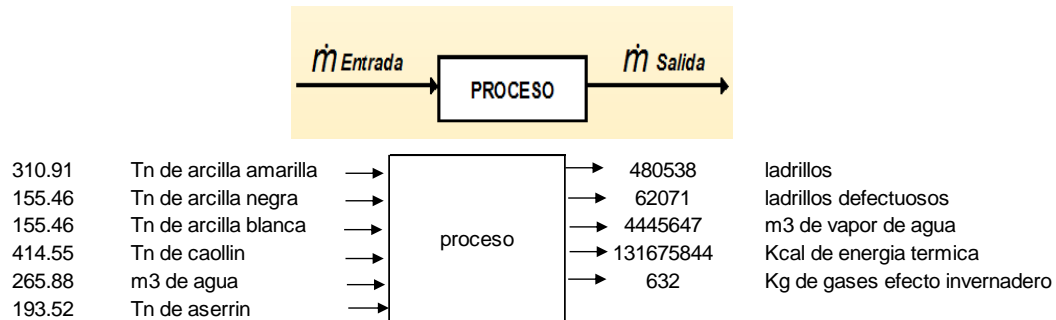
**Tabla 24**

*Cuadro resumen de entradas, salidas y residuos del proceso de fabricación de ladrillo Pandereta en la empresa CECAJ.*

ETAPA DEL PROCESO	ENTRADA	SALIDA	RESIDUO
Extraccion de material prima	Energia mecanica (Combustible petroleo)	Arcilla	
Transporte de M.P al area de mezclado	Arcilla y Energia mecanica (Combustible petroleo)	Arcilla	
Mezcla de tierras	Energia mecanica (Combustible petroleo) Arcilla	Tierra preparada (mezcla de arcillas)	
Transporte de mezcla a tolva de alimentacion	Energia mecanica (Combustible petroleo) Tierra preparada	Tierra preparada	
Chancado	Energia electrica Tierra preparada	Tierra preparada con menor tamaño	Polvo de arcilla
Inspeccion de tierra chancada	Tierra preparada con menor tamaño	Tierra preparada con menor tamaño	Piedras arcillosas y objetos extraños
Afinado 1	Tierra preparada con menor tamaño. Energia electrica.	Tierra preparada con tamaño de 2 mm.	Polvo de arcilla
Amazado y verificacion de textura	Energia electrica. Agua	Pasta	
Afinado 2	Tierra preparada con tamaño de 2 Energia electrica.	Tierra preparada con tamaño de 1 mm.	
Moldado(extrusado)	Tierra preparada con menor tamaño. Pasta Energia electrica	Pasta moldeada (forma producto)	
Corte y verificacion de corte	Pasta moldeada Energia electrica	Ladrillo formado con 20 a 24 % de humedad	Pasta moldeada reciclable
Carga y apilamiento de ladrillos.	Ladrillo formado Ladrillo formado	Ladrillo formado	
Transporte de ladrillos a secaderos	Energia mecanica (combustible petroleo)	Ladrillo formado	
Secado	Ladrillo formado Ladrillo seco	Ladrillo seco con 6 a 8 % de humedad	Producto averiado reciclable
Transporte de ladrillos secos a hornos	Energia mecanica (combustible petroleo)	Ladrillo seco	
Homeado (quemado)	Ladrillo seco Aserrin Agua	Producto terminado Energia calorifica	Gases contaminantes atmosfericos. Producto averiado recyclable.
Transporte a almacen	Producto terminado Energia mecanica (combustible petroleo)	Producto terminado	

La tabla 24 muestra los diferentes procesos por los que pasan las arcillas hasta que se convierten en ladrillos, asimismo indica la entrada de materiales al cada área de operación, además nos indica las salidas, las cuales volverán a ingresar a la siguiente etapa del proceso hasta llegar al almacén, asimismo nos indica el tipo de residuo que es generado producto de cada operación del proceso de fabricación de ladrillo en la empresa.

### 3.1.14. Balance de Masas del Proceso de fabricación de ladrillo Tipo Pandereta



**Figura 6.** La figura ilustra los materiales y las cantidades de entrada al proceso de fabricación de ladrillo, y las cantidades de salida para identificar el producto terminado, los residuos y las pérdidas.

De la figura se encontró:

Los residuos ascienden al valor de 62071 ladrillos defectuosos al mes.

Al mes se deja de percibir S/. 18,621.30 por los 62071 ladrillos defectuosos.

Toda el agua que ingresa, sale al ambiente en el proceso de secado y horneado en forma de vapor. La eficiencia energética del horno es un 50 % como dato técnico, y el 50 % restante se convierte en gases efecto invernadero y se emana a la atmosfera.

Con las tablas propiedades termodinámicas van wylen, se obtuvo que a una temperatura de 100 °C, la presión del vapor es de 101.42 Kpa y el volumen específico del vapor es de 1.6720 m<sup>3</sup>/Kg, y mediante la siguiente formula se calculó el volumen de agua que se emana al ambiente:

#### Ecuación n° 5: Volumen

Volumen final = Masa \* Volumen específico

$$V_f = 2658880 \frac{\text{Kg}}{\text{mes}} * 1.6720 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}} = 4445647.36 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}}$$

Se halló que el volumen de vapor de H<sub>2</sub>O que sale del horno es de  $4445647.36 \frac{m^3}{mes}$

Se considera entonces el 50 % de energía de entrada es útil en base a los datos técnicos de la eficiencia del horno, y el 50% restante es energía residual que genera gases de combustión.

Poder calorífico del aserrín: 479100 Kcal/m<sup>3</sup>

Cantidad de aserrín: 219945 Kg/quema

El volumen de aserrín requerido en promedio por mes es de 219945 kg/quema ó 549.6825 m<sup>3</sup>/quema.

Con estos datos obtenemos la energía de entrada y calculamos la energía útil y la energía residual

***Ecuación n° 6: Eficiencia energética***

$$\text{Energía}_{\text{entrada}} = \text{Energía}_{\text{util}} + \text{Energía}_{\text{residual}}$$

$$549.68 \frac{m^3}{quema} * 479100 \frac{Kcal}{m^3} = (549.68 \frac{m^3}{quema} * 479100 \frac{Kcal}{m^3} * 0.50) + E_{\text{residual}}$$

$$263351688 \frac{Kcal}{quema} = 131675844 \frac{Kcal}{quema} + E_{\text{residual}}$$

$$E_{\text{residual}} = 263351688 \frac{Kcal}{quema} - 131675844 \frac{Kcal}{quema}$$

$$E_{\text{residual}} = 131675844 \frac{Kcal}{mes}$$

La energía útil es de  $131675844 \frac{Kcal}{quema}$ , y dado que la energía residual no es aprovechable, este se convierte en una emisión que es emanada al ambiente, para lo cual debe efectuarse el siguiente cálculo:

$$\text{Volumen de } E_{\text{residual}} = \frac{131675844 \frac{\text{Kcal}}{\text{quema}}}{479100 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^3}}$$

$$\text{Volumen de } E_{\text{residual}} = 274.84 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}}$$

$$\text{El factor de emision del aserrin es de } = 2.30 \frac{\text{Kg de CO}_2}{\text{m}^3}$$

$$\text{Por lo tanto las emisiones de CO}_2 = 274.84 \frac{\text{m}^3}{\text{quema}} * 2.30 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Emision de CO}_2 = 632.123 \frac{\text{Kg}}{\text{quema}}$$

Se obtuvo que la energía útil mensual es de 131675844 Kcal y la emisión de CO<sub>2</sub> es de 632.123 Kg/quema.

### 3.1.15. Disposición de residuos

La disposición de los residuos de la empresa CECAJ S.R.L, es reprocesar los residuos de ladrillos generados, el ingreso que deja de percibir por los residuos es elevado, el agua se consume en su totalidad en el proceso y su disposición final es el medio ambiente, asimismo para el aserrín, que se utiliza como combustible para los hornos y para hermetizar térmicamente los hornos.

**Figura 7. Residuos en el secadero 1**



*Figura 7* Residuos en el secadero 1



*Figura 8* Impurezas en el área de formado





**Figura 9.** Residuos en el secadero



**Figura 10.** Residuos del formado





*Figura 11.* Residuos del horneado



*Figura 12.* Residuos en el área de formado



**Figura 13.** Residuos en el secadero 7



**Figura 14.** Residuos en el secadero 8

### 3.1.16. Diagrama causa efecto

Diagrama causa efecto de la empresa CECAJ.

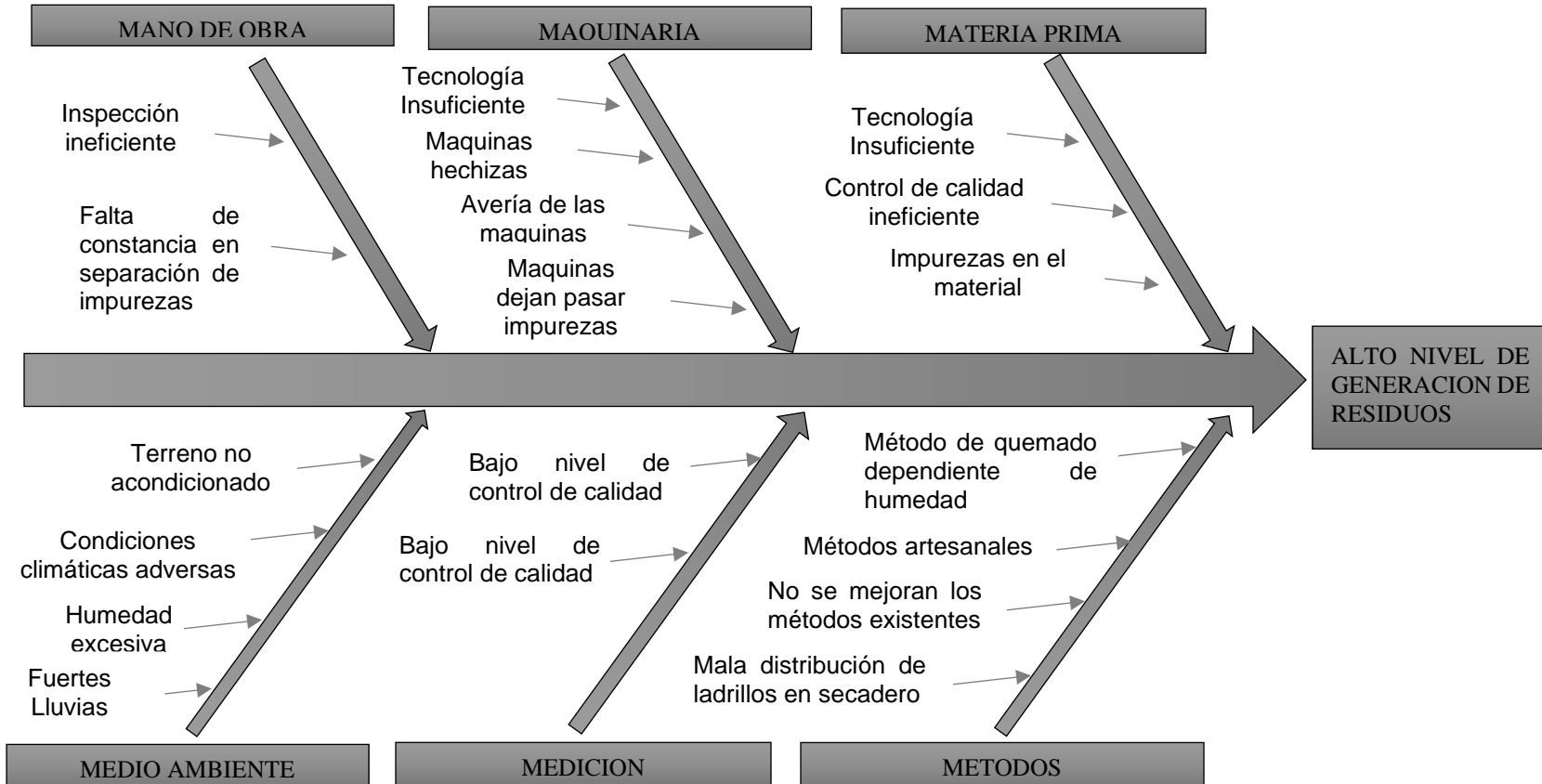


Figura 15. Diagrama causa efecto

La figura 5 ilustra los el análisis de los factores que influyen en la generación de ladrillos defectuosos teniendo como base la mano de obra, maquinaria, materia prima, medio ambiente, medición y métodos.

En la figura 15, se muestra el diagnóstico del área de estudio, mediante un diagrama de Ishikawa, donde se analizó los residuos generados por ladrillos defectuosos que presentan las diferentes áreas del proceso.

Se identificaron las causas que generan el problema, las cuales se detallan según su aspecto.

Con respecto a la mano de obra, se puede evidenciar al personal no calificado ya que estos realizan diversas tareas y solo contratan a una persona no especializada, que realiza la quema por experiencia propia, lo que ocasionalmente genera pérdidas y ladrillos de menor calidad que se venden a un bajo precio, ocasionando menos ingresos.

De la maquinaria, se encontró que la maquinaria actual influye negativamente en la producción, debido a las numerosas y sistemáticas paradas de maquina por atascamiento de impurezas dentro de las máquinas, afecta al producto y la producción se paraliza, hasta que saquen la impureza atascada, además hay máquinas que dejan pasar impurezas en el material que afecta al producto en proceso y producto final.

Sus métodos son deficientes ya que solo usan a una persona para que separe las impurezas en el material y no está constantemente realizando esa actividad, el camino del transcurso del área de formado a secaderos es muy accidentado y ocasiona deformaciones en los ladrillos; y la quema es altamente dependiente del jefe quemador ocasionando exceso de cocción o poca cocción.



En cuanto a la materia prima, se encontró que se usan distintos tipos de arcilla las cuales no pasan por una operación eficiente de separación de impurezas como raíces, rocas, vidrio, metales no magnéticos y otros objetos extraños que pasan por las maquinas causando residuos por ladrillos defectuosos al no ser detectados y retenidos en los procesos iniciales..

El medio ambiente influye en gran medida porque es el que ocasiona que el tiempo de secado aumente en épocas de lluvia y se vea afectado además por el agua que ingresa a los secaderos, ocasionando deformaciones en los ladrillos, asimismo influye en el tiempo de quemado de ladrillos en los hornos.

En cuanto a la medición, se cuenta con un control de humedad en el amasado mediante el indicador de esfuerzo de la amasadora, muchas veces los ladrillos del proceso de secado pasan al horneado sin haber alcanzado un nivel adecuado de humedad, esto provoca que el ladrillo cocido salga defectuoso y ocasione más pérdidas.

### 3.1.17. Resultados del área de estudio

**Tabla 25**

*Resultados de la Operacionalización de Variables antes de la mejora.*

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Antes	Unidades
<b>V.Dependiente</b>					
Procesos de fabricación de Ladrillo	Optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias	Ciclo	$\frac{\text{minutos/ paquete}}{\text{Tiempo base}}$	69.00	minutos/paquete
		Producción	$\frac{\text{Ciclo}}{\text{Produccion}}$	480538	ladrillos/mes
		Productividad de mano de obra	$\frac{\text{N}^\circ \text{ Trabajadores}}{\text{Produccion}}$	16017.93	ladrillos/trabajador
		Productividad de material	$\frac{\text{Peso de M. P}}{\text{Produccion}}$	0.46	ladrillos/kg
		Productividad de capital	$\frac{\text{Capital empleado}}{\text{Produccion}}$	5.34	ladrillos/soles
		Productividad de factores múltiples	$\frac{\text{Produccion}}{\text{recursos empleados}}$	2.78	ladrillos/soles
		Productividad energética	$\frac{\text{Produccion}}{\text{Kwh}}$	1064.44	ladrillos/Kwh
		Eficiencia Física	$\frac{\text{Peso P. T}}{\text{Peso de M. P}}$	88.56%	%ladrillos/mes
		Eficiencia Económica	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Costos}}$	1.60	soles
		Carta de control P de la proporción	$\bar{p} = 3 \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}}$	11.44%	% de ladrillos defectuosos/ mes
<b>V.Independiente</b>					
Estrategia de Producción Más Limpia	La Producción más Limpia es una estrategia ambiental preventiva que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia, productividad y reducir los riesgos a humanos y el ambiente	Consumo de Agua	m <sup>3</sup>	0.10	m3/Ton
		Consumo de Energía Eléctrica	kwh	451.45	Kwh/mes
		Consumo de Combustible	Galones/Ton	0.54	Gal/Tn
		Residuos reutilizables	ladrillos defectuosos	62071	% de ladrillos
		Consumo de aserrín	Kg/Ton	186.72	Kg/ton
		Consumo de Gas Natural	m3	0.00	m3/Ton

La tabla 25 muestra los resultados encontrados de los indicadores del diagnóstico del proceso actual de la empresa CECAJ S.R.L, los cuales se tendrán en cuenta para el desarrollo de la investigación, dichos indicadores servirán para la presente investigación.

### 3.2. Diseño de la propuesta de mejora en base a la producción más limpia para la fabricación de ladrillo.

Conociendo las áreas y procesos en los que se generan residuos, efluentes y emisiones, de desperdicio de materiales y energía, se inicia la búsqueda de medidas considerando oportunidades obviamente posibles de Producción Más Limpia y fusionar las oportunidades.

Diseño de eco mapa para el proceso de fabricación de ladrillo en la empresa CECAJ S.R.L (Ver anexo 29).

**Tabla 26**

*Maquinas e instrumentos a implementar para la mejora en el proceso mediante la PML.*

Nombre	Cantidad	Anexo
Horno Túnel	1	Ver anexo 20
Cuatrimotor eléctrica	2	Ver anexo 21
Aspirador Industrial	1	Ver anexo 22
Zaranda	1	Ver anexo 23
Condensador	1	Ver anexo 24
Válvula	1	Ver anexo 25
Tubo de Acero	25	Ver anexo 26
Filtro	1	Ver anexo 27

La tabla 26 muestra los datos técnicos de los quipos a implementar para el proceso de producción propuesto, además muestra las cantidades y la utilidad.

### **3.2.1. Propuestas de PML para la reducción de consumo, optimización y ahorro.**

#### **3.2.1.1. Estrategias de circuito cerrado para la reutilización de agua**

Mediante: Reutilización de vapor de agua del proceso de quemado para ser empleada en el proceso de Amasado.

A Implementar: Sistema de recuperación de vapor de agua mediante.

Maquina: Aspiradora Industrial, Condensadora, Sistema de recuperación, filtrado y recuperación de agua.

Beneficio: Reutilizar el agua del proceso de horneado en el proceso de amasado para eliminar el consumo de agua mediante el circuito cerrado de agua.

#### **3.2.1.2. Estrategias de Sustitución de Insumos**

Mediante Emplear Gas Natural (GLP) para los procesos de secado y horneado.

Implementación: Emplear gas natural para los procesos de secado y horneado.

Insumo: GLP

Beneficio: Menor cantidad de emisión de gases efecto invernaderos y mayor eficiencia térmica.

#### **3.2.1.3. Estrategias de Modificación del Equipo**

Mediante: Mejores equipos de producción para que los procesos se hagan con mayor eficiencia y se generen menores residuos y emisiones.

Implementación: equipos para eliminar impurezas y prever perdidas



Maquina o Equipo: Zaranda (Tamiz).

Beneficio: Eliminar objetos extraños e impurezas provenientes de la materia prima para evitar futuros desperdicios y residuos.

#### **3.2.1.4. Estrategias de Cambio de Tecnología**

Mediante: Mejora tecnológica en el proceso de secado, quemado y transporte en proceso.

Implementación: Reemplazar vehículos de combustión por vehículos eléctricos.

Maquina o equipo: Cuatrimoto eléctrica, Horno Túnel.

Beneficio: Menor impacto ambiental ya que la energía eléctrica es considerada amigable medioambientalmente y evita el uso de combustibles fósiles de emisión de gases efecto invernadero.

#### **3.2.1.5. Estrategias de reutilización del Agua.**

Con este diseño en la ladrillera CECAJ S.R.L. se propone implementar medidas de reutilización de agua.

Objetivo: Esta propuesta tiene como objetivo reutilizar el agua, mediante la implementación de un sistema de recuperación de agua, con máquinas como aspirador, filtro y condensador, para industrias ladrilleras con lo cual se tendrá un uso eficiente del agua y esta circulara en un circuito cerrado en el proceso.

### **3.2.2. Beneficios de las estrategias del Plan de PML.**

#### **3.2.2.1. Ahorro de Energía Eléctrica.**

Objetivo: Este programa tiene la finalidad de minimizar el consumo de electricidad en el área de producción de la empresa CECAJ S.R.L mediante el menor uso de energía eléctrica, y para este fin se recomienda el uso de tecnologías limpias; dentro de las cuales se ha considerado la sustitución de las maquinas utilizadas para el proceso de horneado actual, por el horno túnel propuesto, con lo que se eliminara del proceso a la molienda de aserrín, el extractor de aire y los quemadores por aserrín.

#### **3.2.2.1. Disminución de residuos.**

Objetivo: Mediante esta propuesta se busca establecer el manejo adecuado de los residuos generados en las diferentes áreas de producción que realiza la Industria ladrillera CECAJ S.R.L, de manera que sea posible el control, disminución de residuos mediante un sistema de producción más eficiente con la retención de impurezas del material, y un horno secadero con menos generación de residuos.

#### **3.2.2.2. Disminución de uso de combustible.**

Objetivo: Mediante esta propuesta se busca minimizar el consumo de combustible con la sustitución de vehículos de combustión interna por vehículos eléctricos; y de esta forma eliminar parte del consumo de petróleo en el área de producción de la Empresa ladrillera CECAJ S.R.L, de manera que sea posible la disminución de consumo de petróleo.

### 3.2.2.3. Sustitución de uso de Aserrín.

Objetivo: Este programa tiene la finalidad de sustituir el uso de aserrín como combustible para quemado en los hornos, por el uso de GN para eliminar así el uso de aserrín en su totalidad, ya que el GN es menos contaminante y más eficiente térmicamente.

**Tabla 27.**

*Actividades propuestas para la mejora en el proceso mediante la PML.*

Actividad	Maquinaria a utilizar	Consumo
Extracción de M.P	Retroexcavadora	Combustible
Transporte de M.P hacia el área de mezclado	Retroexcavadora	Combustible
Mezclar los Componentes	Retroexcavadora	Combustible
Trasladar la mezcla hacia la tolva	Retroexcavadora	Combustible
Moler la mezcla	Desintegrador	Energía Eléctrica
Trasladar la mezcla al laminador 1	Faja 1	Energía Eléctrica
Moler Mezcla en Desintegrador 1	Laminador 1	Energía Eléctrica
Trasladar la mezcla al laminador 2	Faja 3	Energía Eléctrica
Triturar la mezcla en la laminadora 2	Laminadora 2	Energía Eléctrica
Zaranda		Energía Eléctrica
Transportar la mezcla hacia la amasadora	Faja 2	Energía Eléctrica
Mezclar tierras con agua en la amasadora	Amasadora	Energía Eléctrica
Trasladar la mezcla hacia la extrusora	Faja 4	Energía Eléctrica
Obtener barra de material transversal extrusado y moldear.	Extrusora	Energía Eléctrica
Cortar los ladrillos	Cortadora	Energía Eléctrica
Secado y Horneado	Hornos	GN
Transporte a almacén.	Cuatrimoto eléctrica	Energía Eléctrica

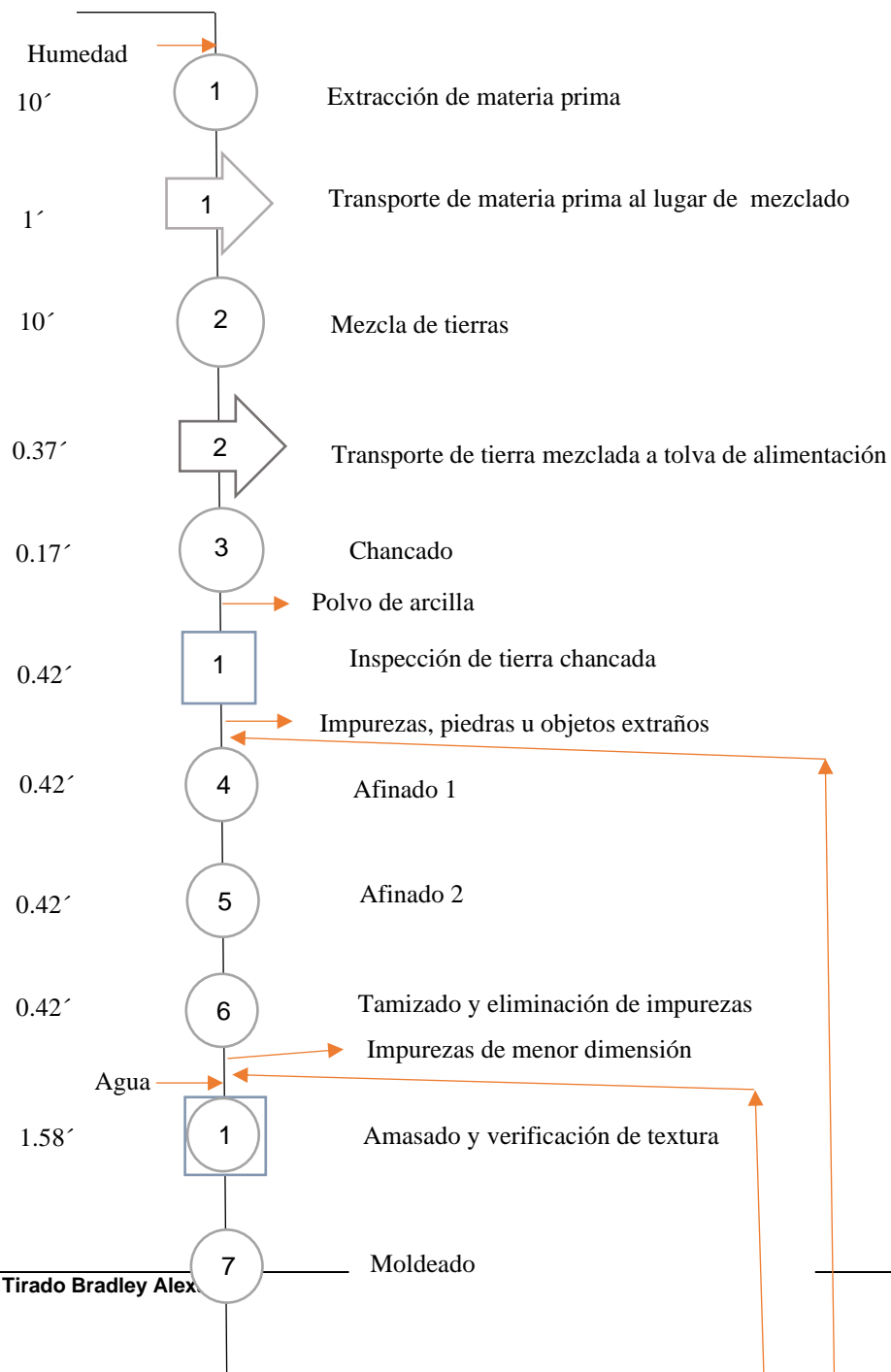
La tabla 27 muestra las actividades del proceso de producción propuesto y la energía respectiva a usar por maquina o equipo propuesto.

### 3.3. Cálculo de indicadores de la mejora del proceso.

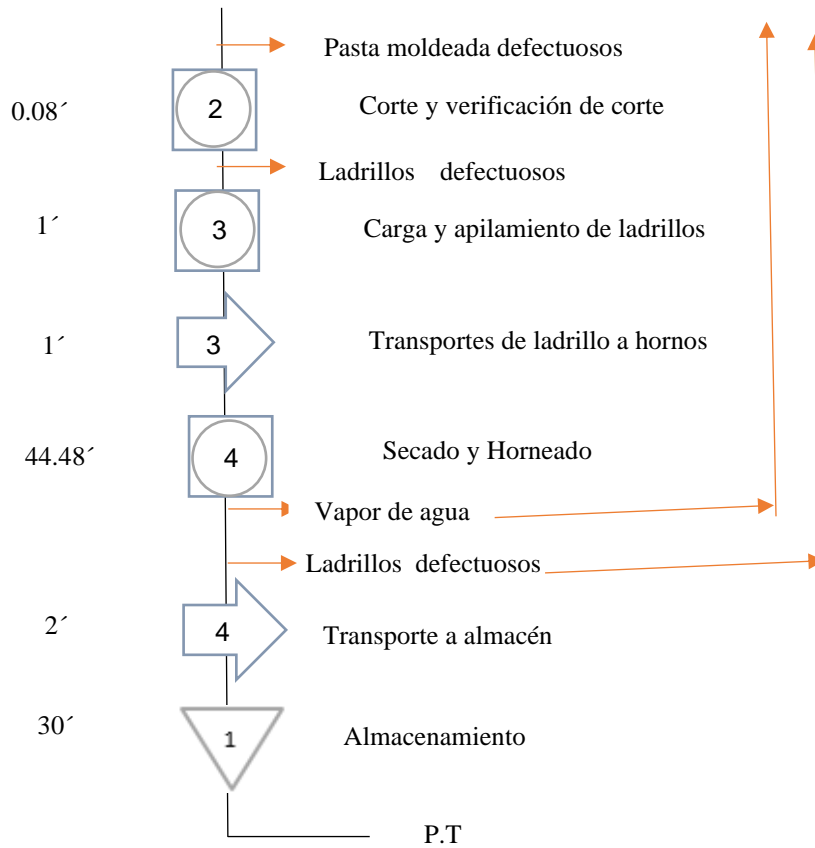
#### 3.3.1. Producción:

Diagrama del diseño del proceso de fabricación de ladrillo propuesto.

Mezcla de arcillas








0.33'



**Tabla 28**

*Actividades propuestas para la mejora en el proceso mediante la PML.*

CUADRO RESUMEN			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo(min)
	Operación	7	21.76
	Inspección	1	0.42
	Almacén	1	30
	Operación Combinada	4	47.14
	Transporte	4	4.37

La tabla 28 muestra el resumen de los procesos propuestos por el plan de producción más limpia en la empresa CECAJ S.R.L.

### 3.3.2. Diagrama de Recorrido Propuesto

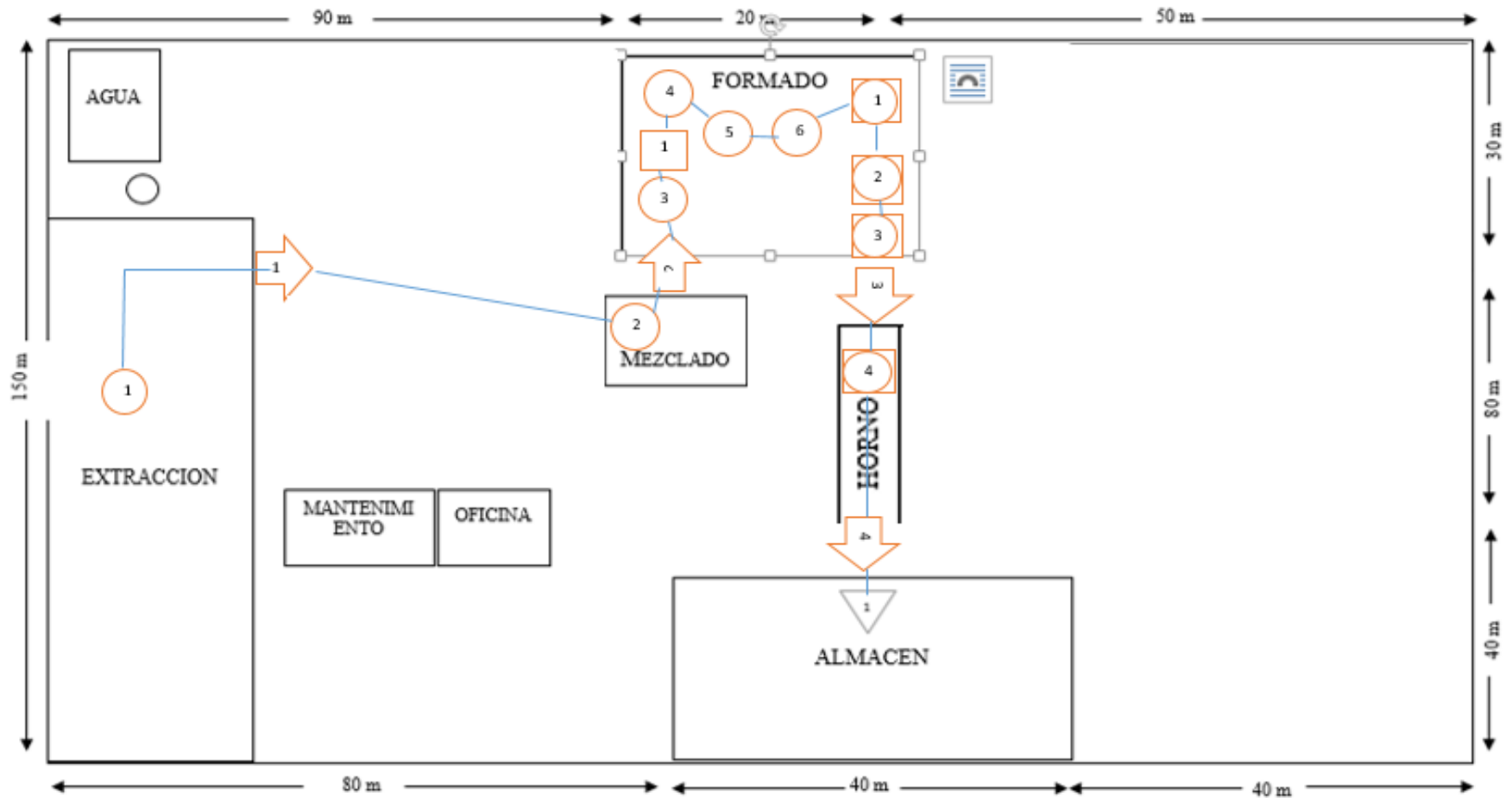


Figura 7. Diagrama de recorrido del proceso de Fabricación de Ladrillo Pandereta que se realiza actualmente en la empresa CECAJ.

Calculo de la producción de ladrillo tipo pandereta:

De la tabla anterior, se pudo identificar que el nuevo ciclo para una producción de 1607.70 toneladas mensuales es de 44.48 minutos, se estableció 1591.62 toneladas como nueva producción porque el 1% resultara defectuoso por las operaciones como parte del proceso de la producción, además es la cantidad mínima que requiere el nuevo horno para su funcionamiento. Se determinó el 1% de producción defectuosa en base a los datos técnicos de las maquinas a implementar (Ver anexo 20).

Para el cálculo de la producción se tomó en cuenta el tiempo base en horas, semana, mes y año; se consideró al área de secado y horneado como el ciclo de producción ya que este proceso es el que demora más tiempo; además se considera un día laboral de 8 horas y 6 días de trabajo a la semana, además se considera un peso de 1.91 Kg/ladrillo.

$$P = \frac{Tb}{C}$$

Dónde: P= Producción      Tb= Tiempo base      C= Ciclo      1 Paquete= 3000 ladrillos

Producción por hora:

$$P = \frac{60 \frac{\text{min}}{1\text{h}}}{44.48 \frac{\text{min}}{\text{paquete}}} = 1.35 \text{ paquetes/h} \times \frac{3000 \text{ ladrillos}}{1 \text{ paquete}}$$

$$P = 4047 \text{ ladrillos/hora} = 7.73 \text{ Tn/hora}$$

$$P \text{ sin defectos} = 4007 \text{ ladrillos/hora} = 7.65 \text{ Tn/hora}$$

Producción por día:



$$P = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{h}} \times \frac{8\text{h}}{\text{día}}}{44.48 \frac{\text{min}}{\text{paquete}}} = 10.79 \text{ paquetes/día} \times \frac{3000 \text{ ladrillos}}{1 \text{ paquete}}$$

$$P = 32374 \text{ ladrillos/día} = 61.83 \text{ Tn/ día, sin defectos } 32050 \text{ ladrillos/día} = 61.22 \text{ Tn/día.}$$

Producción por semana:

$$P = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{h}} \times \frac{8\text{h}}{\text{día}} \times \frac{6\text{d}}{1\text{sem}}}{44.48 \frac{\text{min}}{\text{paquete}}} = 64.75 \text{ paquetes/semana} \times \frac{3000 \text{ ladrillos}}{1 \text{ paquete}}$$

$$P = 194245 \text{ ladrillos/semana} = 371 \text{ Tn/semana; sin defectos } 192302 \text{ ladrillos/semana} = 367.30 \text{ Tn/semana.}$$

Producción por mes:

$$P = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{h}} \times \frac{8\text{h}}{\text{día}} \times \frac{26\text{días}}{1\text{mes}}}{44.48 \frac{\text{min}}{\text{paquete}}} = 280.58 \text{ paquetes/mes} \times \frac{3000 \text{ ladrillos}}{1 \text{ paquete}}$$

$$P = 841726 \text{ ladrillos/mes} = 1607.70 \text{ Tn/mes; sin defectos } 833309 \text{ ladrillos/mes} = 1591.62 \text{ Tn/mes}$$

Producción por año:

$$P = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{h}} \times \frac{8\text{h}}{\text{día}} \times \frac{26\text{días}}{1\text{mes}} \times \frac{12\text{meses}}{1\text{año}}}{44.48 \frac{\text{min}}{\text{paquete}}} = 3366.90 \text{ paquetes/año} \times \frac{3000 \text{ ladrillos}}{1 \text{ paquete}}$$

$$P = 10100719 \text{ ladrillos/año} = 19292.37 \text{ Tn/año; sin defectos } 9999712.23 \text{ ladrillos/año} = 19099.45 \text{ Tn/año}$$

### 3.3.3. Producción mensual proyectada.

**Tabla 29**

*Producción mensual proyectada*

MES	PRODUCCION (Toneladas)
ENERO	1591.62
FEBRERO	1591.62
MARZO	1591.62
ABRIL	1591.62
MAYO	1591.62
JUNIO	1591.62
JULIO	1591.62
AGOSTO	1591.62
SETIEMBRE	1591.62
OCTUBRE	1591.62
NOVIEMBRE	1591.62
DICIEMBRE	1591.62
TOTAL	19099.45

La tabla muestra la producción en toneladas mensual considerando un peso de 1.91 Kg/ladrillo, proyección mensual para un año mediante la implementación del plan de producción más limpia en la empresa CECAJ S.R.L.

### 3.3.4. Productividad de ladrillo Pandereta:

#### 3.3.4.1. Productividad de mano de obra:

Se consideraron 22 trabajadores ya que con el nuevo horno de las 7 personas solo se requeriría 2 para encargarse del horno, y no se requeriría a la persona que hace limpieza a los hornos con la máquina de limpieza, asimismo ya no se requiere de las 2 personas encargadas del despacho de arcilla porque ya no se usara este material.

841727 ladrillos/mes- 8417 ladrillos defectuosos = 833309

ladrillos/mes

$$P = \frac{p}{Q} = \frac{833309 \text{ ladrillos/mes}}{22 \text{ trabajadores/mes}} = 37877.70 \text{ ladrillos/trabajador.}$$

Interpretación: Cada trabajador produce 37877.70 ladrillos al mes.

### 3.3.4.2. Productividad de materia prima:

Productividad de Materia Prima

$$P = \frac{p}{Q} = \frac{833309 \text{ ladrillos/mes}}{167697.84 \text{ Kg/mes}} = 0.52 \text{ ladrillos/kg}$$

Interpretación: Este resultado nos indica que por cada kg que se utilice de materia prima se produce 0.52 ladrillos.

### 3.3.4.3. Productividad de capital empleado:

El capital mensual empleado cubre los costos operativos de mano de obra, GLP para el funcionamiento del horno, combustible para los vehículos de producción y energía eléctrica, dichos costos se detallan en la tabla 30.

Capital por mes: S/. 138084.77

$$P = \frac{p}{Q} = \frac{833309 \text{ ladrillos/mes}}{138084.77 \text{ Soles/mes}} = 6.03 \text{ ladrillos/soles}$$

Interpretación: Este resultado indica que por cada sol invertido se producen 6.03 ladrillos.

**Tabla 30**

*Gastos operativos mensuales de la empresa CECAJ S.R.L propuesto.*

ITEM	TRABAJADORES	SUELDO O (Soles/d ía)	COSTO (mensual)
Apilamiento	2	30	S/. 1,560.00
Formado	9	35	S/. 8,190.00
Despacho	2	200	S/. 10,400.00
Quemadores	2	50	S/. 2,600.00
Mantenimiento	3	35	S/. 2,730.00
Jefe de Planta	1		S/. 1,700.00
Encargado de compras	1	-	S/. 1,000.00
Control de Calidad	1	-	S/. 850.00
Maquinaria pesada	1	300	S/. 7,800.00
GN	73.1 m3	--	S/. 91,422.83
Petróleo	286	--	S/. 3,718.00
Energía	332 kwh/mes	--	S/. 6,113.94
<b>TOTAL</b>	<b>22 trabajadores</b>	<b>—</b>	<b>S/. 138,084.77</b>

La tabla 30 muestra los costos asociados a los recursos empleados por la propuesta al mes.

#### 3.3.4.4.Productividad de energía:

$$P = \frac{p}{Q} = \frac{\text{produccion}}{\text{energia}} = \frac{833309 \text{ ladrillos/mes}}{332 \text{ KW/mes}} = 2513.52 \text{ ladrillos/kw}$$

Interpretación: Por cada kw se producen 2513.52 ladrillos.

#### 3.3.4.5.Productividad de factores múltiples

Mano de obra: S/. 36,830.00 por mes como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 31**

*Gastos de personal mensual propuesto de la empresa CECAJ S.R.L*

Ítem	Cantidad	Costo	Monto
Apilamiento	2	30	S/. 1,560.00
Formado	9	35	S/. 8,190.00
Despacho	2	200	S/. 10,400.00
Quemadores	2	50	S/. 2,600.00
Mantenimiento	3	35	S/. 2,730.00
Jefe de Planta	1	1700	S/. 1,700.00
Encargado de compras	1	1000	S/. 1,000.00
Control de Calidad	1	850	S/. 850.00
Maquinaria pesada	1	300	S/. 7,800.00
<b>TOTAL GASTOS DE PERSONAL</b>			<b>S/. 36,830.00</b>

La tabla 31 muestra los costos propuestos para la mano de obra en la empresa al mes considerando un costo total de 36830 soles.

$$GN = S/ 91,422.83$$

$$\text{Energía} = S/ 6,113.94$$

$$\text{Capital} = S/. 138084.77$$

$$\text{Productividad de múltiples factores} = \frac{833309 \text{ ladrillos/mes}}{36830+91422.83+6113.94+138084.77 \text{ soles/mes}}$$

$$\text{Productividad de múltiples factores} = 3.06 \text{ ladrillos/soles}$$

Interpretación: Por cada sol invertido, se fabrican 3.06 ladrillos.

### 3.3.5. EFICIENCIA:

$$\% \text{ Eficiencia} = \textit{Produccion real} / \textit{Produccion programada} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = (833309/841727) * 100 = 99\%$$

#### 3.3.5.1. EFICIENCIA FISICA (Ef):

$$\text{Peso P.T} = 833309 \text{ ladrillos/mes} * \frac{1.91\text{kg}}{1 \text{ ladrillo}} = 1591620.86 \text{ kg/mes}$$

$$\text{Peso de M.P} = 841727 \text{ ladrillos/mes} * \frac{1.91\text{kg}}{1 \text{ ladrillo}} = 1607697.84 \text{ kg/mes}$$

$$E_f = \frac{1591620.86 \text{ kg}}{1607697.84 \text{ kg}} = 0.99 = 99\%$$

Interpretación: Esto indica que si hay eficiencia física y que se pierde aproximadamente un 1 % de la materia prima que ingresa al proceso.

#### 3.3.5.2. EFICIENCIA ECONOMICA

Precio de Venta de Ladrillo: 0.30 soles/unidad

Peso promedio: 1.91 Kg

$$E_e = \frac{\text{Ventas}}{\text{Costos}}$$

$$\text{Ventas} = 833309 \text{ unid} * 0.3 \text{ soles /unid} = 249992.7 \text{ soles/mes}$$

$$\text{Costos} = 102482.09 \text{ soles/mes}$$

$$E_e = \frac{197683.2 \text{ soles/mes}}{249992.80 \text{ soles/mes}} = 1.81$$

Interpretación: Si se está obteniendo utilidades en la producción del ladrillo pandereta.

### 3.3.6. Cartas de la Proporción proyectadas con el plan de PML.

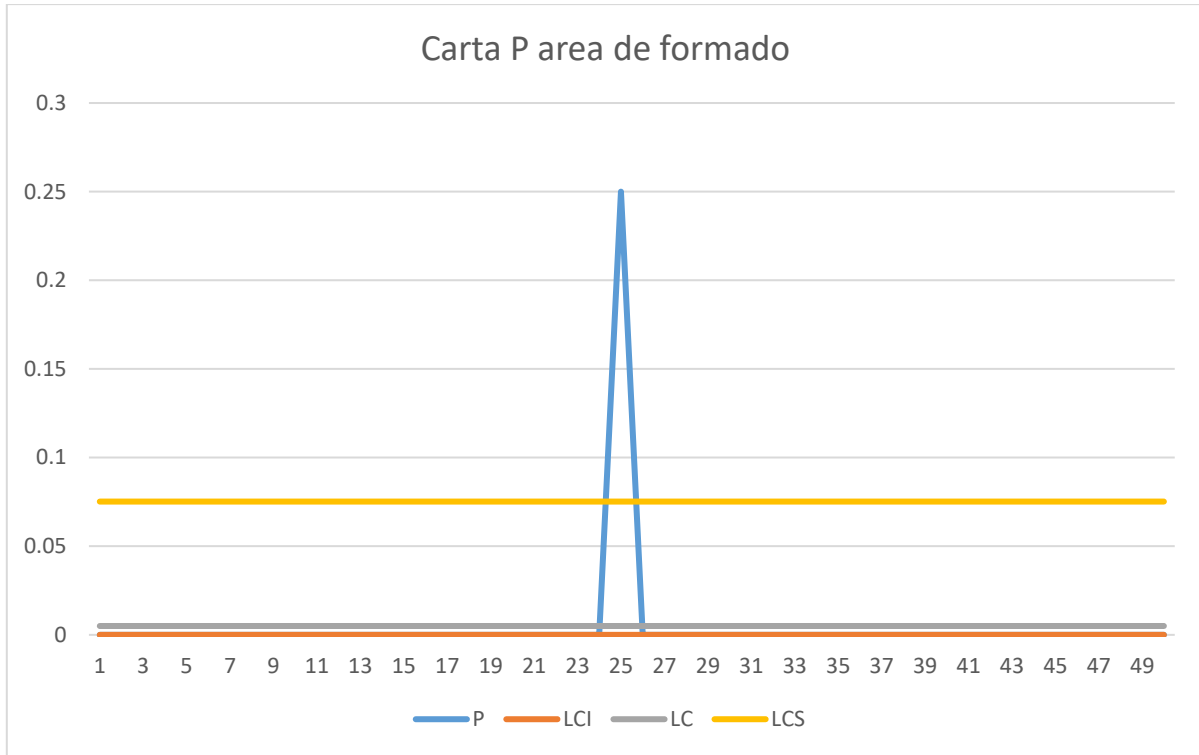
#### 3.3.6.1. Carta de la Proporción del área de Formado.

Mediante las cartas de la Proporción P se logró estimar la proporción de ladrillos defectuosos. Se requiere 50 bloques para hacer el muestro para establecer los límites de control. El tamaño de bloque para el proceso de maquinado es 4 ladrillos. Los datos mostrados son una proyección teniendo en cuenta que es una propuesta.

**Tabla 32**  
*Carta de Control P del área de Formado*

Subgrupo	Bloque, $n_i$	Ladrillos sin defectos, $d_i$	Ladrillos defectuosos, $d_i$	P	LCI	LC	LCS
1	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
2	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
3	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
4	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
5	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
6	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
7	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
8	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
9	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
10	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
11	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
12	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
13	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
14	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
15	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
16	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
17	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
18	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
19	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
20	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
21	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
22	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
23	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
24	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
25	4	3	1	0.25	0	0.005	0.075180125
26	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
27	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
28	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
29	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
30	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
31	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
32	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
33	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
34	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
35	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
36	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
37	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
38	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
39	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
40	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
41	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
42	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
43	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
44	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
45	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
46	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
47	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
48	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
49	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
50	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125

La tabla 32 muestra que por cada 200 ladrillos, 199 ladrillos pasan al siguiente proceso, 1 es defectuoso y no pasan al siguiente proceso de fabricación de ladrillo, es decir que solo el 0.5% se estima que sean defectuosos y no pasen al horno.



**Figura 16. Carta P del área de formado**

La figura ilustra la gráfica y los límites de control relacionados a la proporción de ladrillos defectuosos en el área de formado, y permiten identificar si el proceso de formado está bajo control, Autoría Propia



### 3.3.6.2. Carta P del proceso de secado y horneado.

Se requiere 18 bloques para hacer el muestro para establecer los límites de control, el tamaño de bloque para el proceso de secado es 4 ladrillos. Los datos mostrados son una proyección teniendo en cuenta que es una propuesta.

**Tabla 33**

*Carta P del proceso de secado*

Subgrupo	Bloque, $n_i$	Ladrillos sin defectos, $d_i$	Ladrillos defectuosos, $d_i$	P	LCI	LC	LCS
1	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
2	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
3	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
4	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
5	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
6	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
7	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
8	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
9	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
10	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
11	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
12	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
13	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
14	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
15	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
16	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
17	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
18	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
19	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
20	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
21	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
22	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
23	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
24	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
25	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
26	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
27	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
28	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
29	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
30	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
31	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
32	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
33	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
34	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
35	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
36	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
37	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
38	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
39	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
40	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
41	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
42	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
43	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
44	4	3	1	0.25	0	0.005	0.075180125
45	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
46	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
47	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
48	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
49	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125
50	4	4	0	0	0	0.005	0.075180125

La tabla 33 muestra que por cada 200 ladrillos producidos, 199 pasan al siguiente proceso, 1 es defectuosos y no pasan al siguiente proceso de fabricación de ladrillo, tiene un 0.5% de defectos.

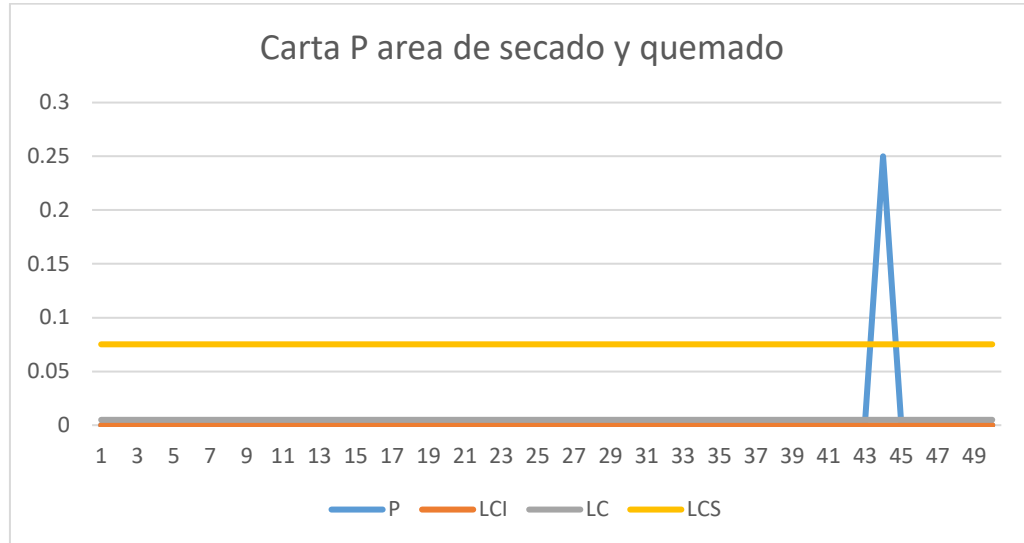


Figura 17. Carta P del área de secado y quemado

La figura ilustra la gráfica y los límites de control relacionados a la proporción de ladrillos defectuosos en el área de secado y quemado, y permiten identificar si el proceso de formado está bajo control, Autoría Propia

### 3.3.6.3. Cuadro Resumen de Las cartas de control de la proporción.

Cuadro Resumen de las Cartas P mejoradas

**Tabla 34**

*Cuadro resumen de las cartas de control de la proporción mejoradas*

Ladrillos Defectuosos	%
Formado	0.50%
Secado y Horneado	0.50%
Total	1.00%

### 3.3.7. Actividades propuestas por el Plan de PML.

**Tabla 35**

*Actividades propuestas y consumos del proceso mejorado.*

Actividad	Maquinaria a utilizar	Consumo
Extracción de M.P	Retroexcavadora	Combustible
Transporte de M.P hacia el área de mezclado	Retroexcavadora	Combustible
Mezclar los Componentes	Retroexcavadora	Combustible
Trasladar la mezcla hacia la tolva	Retroexcavadora	Combustible
Moler la mezcla	Desintegrador	Energía Eléctrica
Trasladar la mezcla al laminador 1	Faja 1	Energía Eléctrica
Moler Mezcla en Desintegrador 1	Laminador 1	Energía Eléctrica
Trasladar la mezcla al laminador 2	Faja 3	Energía Eléctrica
Triturar la mezcla en la laminadora 2	Laminadora 2	Energía Eléctrica
Zaranda		Energía Eléctrica
Trasladar la mezcla hacia la extrusora	Faja 4	Energía Eléctrica
Obtener barra de material transversal extrusado y moldear.	Extrusora	Energía Eléctrica
Cortar los ladrillos	Cortadora	Energía Eléctrica
Secado y Horneado	Hornos	GN
Transporte a almacén.	Cuatrimoto eléctrica	Energía Eléctrica

La tabla 35 muestra las actividades del proceso de producción propuesto y la energía

respectiva a usar por maquina o equipo propuesto.

### 3.3.8. Consumo de agua propuesto para la empresa CECAJ S.R.L.

**Tabla 36**

*Consumo de agua después de la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R.L*

Mes	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (Ton)	CONSUMO DE AGUA AÑADIDA (m3)	CONSUMO ESPECIFICO (m3/Tn)
ENERO	1591.62	191	0.12
FEBRERO	1591.62	191	0.12
MARZO	1591.62	191	0.12
ABRIL	1591.62	191	0.12
MAYO	1591.62	191	0.12
JUNIO	1591.62	191	0.12
JULIO	1591.62	191	0.12
AGOSTO	1591.62	191	0.12
SETIEMBRE	1591.62	191	0.12
OCTUBRE	1591.62	191	0.12
NOVIEMBRE	1591.62	191	0.12
DICIEMBRE	1591.62	191	0.12
TOTAL	19099.45	2292	0.12

La tabla 36 muestra el volumen de producción mensual asociado al consumo de agua y el consumo específico mensual por el método propuesto.

Con el nuevo ciclo se calculó la producción y se proyectó una producción anual de 1591.62 Toneladas, para lo cual se requiere 191 metros cúbicos de agua, los cuales son reutilizados en el proceso cíclicamente y de forma continua durante los años proyectados por el estudio.

### 3.3.9. Consumo Mensual de Petróleo propuesto para la empresa CECAJ S.R.L.

**Tabla 37**

*Consumo de petróleo mensual después de la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R.L*

MES	PRODUCCION (Toneladas)	Petróleo (Galones)	Petróleo (s/.)	CONSUMO ESPECIFICO (Gal/Ton)
ENERO	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
FEBRERO	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
MARZO	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
ABRIL	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
MAYO	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
JUNIO	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
JULIO	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
AGOSTO	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
SETIEMBRE	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
OCTUBRE	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
NOVIEMBRE	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
DICIEMBRE	1591.62	286	S/. 3,718.00	0.180
TOTAL	19099.45	3432	S/. 44,616.00	0.180

La tabla 37 muestra la cantidad de petróleo empleado mensualmente en la empresa, así como también su consumo específico en galones por tonelada.

### 3.3.10. Consumo de Energía Eléctrica Mensual proyectado para la empresa CECAJ S.R.L.

**Tabla 38**

*Consumo de electricidad mensual después de la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R.L*

MAQUINA - EQUIPO	Potencia en Kwh	HORAS DIARIAS DE USO	DIAS DE USO MENSUALES	Costo unitario	
Desintegrador	14.91	8	26	S/.	179.92
Faja 1	4.77	8	26	S/.	57.58
Laminador 1	29.83	8	26	S/.	359.84
Faja 2	2.98	8	26	S/.	35.98
Amasadora	37.28	8	26	S/.	449.81
Laminador 2	37.28	8	26	S/.	449.81
Faja 3	2.98	8	26	S/.	35.98
Máquina de vacío	2.98	8	26	S/.	35.98
Extrusora	111.85	8	26	S/.	1,349.42
Cortadora	1.12	8	26	S/.	13.49
Alimentador vaivén	1.86	8	26	S/.	22.49
Horno	50.30	24	30	S/.	2,100.53
Cuatrimoto eléctrica	7.00	8	26	S/.	84.45
Aspirador Industrial	10.50	24	30	S/.	438.48
Maquina Zarandadora	5.20	8	26	S/.	62.73
Maquina Condensadora	10.40	24	30	S/.	434.30
Electroimán	0.26	8	26	S/.	3.14
Total	332	184	454	S/.	6,113.94

La tabla 38 muestra la cantidad de energía eléctrica empleado mensualmente por cada máquina, el número de horas de uso de cada una y su costo.

### 3.3.11. Consumo de Gas Natural mensual propuesto

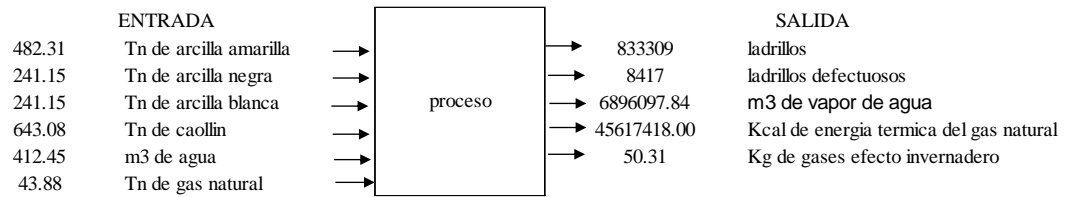
**Tabla 39**

*Consumo de GN propuesto mensual en la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R.L*

Mes	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (Ton)	CONSUMO DE GN (m3)	CONSUMO ESPECIFICO (m3/Tn)
ENERO	2000	73.14	0.04
FEBRERO	2000	73.14	0.04
MARZO	2000	73.14	0.04
ABRIL	2000	73.14	0.04
MAYO	2000	73.14	0.04
JUNIO	2000	73.14	0.04
JULIO	2000	73.14	0.04
AGOSTO	2000	73.14	0.04
SETIEMBRE	2000	73.14	0.04
OCTUBRE	2000	73.14	0.04
NOVIEMBRE	2000	73.14	0.04
DICIEMBRE	2000	73.14	0.04
TOTAL	24000	877.66	0.04

La tabla 39 muestra la cantidad de GN propuesto mensualmente en la empresa, así como también su consumo específico en m3 por tonelada de ladrillo quemado.

### 3.3.12. BALANCE DE MASAS DESPUES DE LA MEJORA



**Figura 18.** Balance de masa mejorado

La figura ilustra los materiales y las cantidades de entrada al proceso de fabricación de ladrillo, y las cantidades de salida para identificar el producto terminado, los residuos y las perdidas.

En base al balance proyectado para el proceso de fabricación, se puede identificar que solo el 1 % de ladrillos producidos es defectuosos y considerado un residuo, y este es sometido a reprocesamiento, la energía útil es de 45617418 Kcal/mes, además se emanan 50.31 Kg de CO<sub>2</sub>/mes ya que el horno tiene una eficiencia del 66% según los datos técnicos del mismo.

Se considera entonces el 34 % de energía residual por gases de combustión.

La energía útil es el 66 % según dato técnico del nuevo horno dado su eficiencia (Ver anexo 20).

El volumen de gas natural requerido es de 73.14 m<sup>3</sup>/mes ó también 43.88 Toneladas expresado en masa. El poder calorífico del gas natural: 945000 Kcal/m<sup>3</sup>.

Con estos datos obtenemos la energía de entrada y calculamos la energía útil y la energía residual.



$$\text{Energia}_{\text{entrada}} = \text{Energia}_{\text{util}} + \text{Energia}_{\text{residual}}$$

$$73.14 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} * 945000 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^3} = (73.14 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} * 945000 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^3} * 0.66) + E_{\text{residual}}$$

$$69117300 \frac{\text{Kcal}}{\text{mes}} = 45617418 \frac{\text{Kcal}}{\text{mes}} + E_{\text{residual}}$$

$$E_{\text{residual}} = 69117300 \frac{\text{Kcal}}{\text{mes}} - 45617418 \frac{\text{Kcal}}{\text{mes}}$$

$$E_{\text{residual}} = 23499882 \frac{\text{Kcal}}{\text{mes}}$$

La energía útil es de 45617418, y dado que la energía residual no es aprovechable, este se convierte en una emisión que es emanada al ambiente, para lo cual debe efectuarse el siguiente cálculo:

$$\text{Volumen de } E_{\text{residual}} = \frac{23499882 \frac{\text{Kcal}}{\text{mes}}}{945000 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^3}}$$

$$\text{Volumen de } E_{\text{residual}} = 24.8676 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}}$$

$$\text{El factor de emision del GN es de} = 2.15 \frac{\text{Kg de CO}_2}{\text{m}^3 \text{ de GN}}$$

$$\text{Por lo tanto las emisiones de CO}_2 = 24.8676 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} * 2.15 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Emision de CO}_2 = 53.46534 \frac{\text{Kg}}{\text{mes}}$$

Se obtuvo que la energía útil mensual es de 45617418 Kcal y la emisión de CO<sub>2</sub> es de 50.31 Kg/mes.

### **3.3.13. DISPOSICION DE RESIDUOS**

Los residuos generados en las áreas después de la mejora asciende a un 1 % aproximadamente y todos los ladrillos defectuosos considerados como residuos serán regresados al inicio del proceso de fabricación de ladrillo, lo que nos da un valor de 8417 ladrillos/mes defectuosos, es decir un residuo de 16.08 Tn/mes.

### 3.3.14. Indicadores después de la implementación

**Tabla 40**

*Operacionalización de Variables después de la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R.*

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Antes	Despues	Unidades	Variacion	
<b>Variable Dependiente</b>								
Procesos de fabricacion de Ladrillo	Optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias	Ciclo	minutos/ paquete	69.00	44.48	minutos/paquete	-35.54%	
		Produccion		$\frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$	480538	833309	ladrillos/mes	42.33%
			ctividad de mano de obra	$\frac{\text{Produccion}}{\text{N}^\circ \text{ Trabajadores}}$	16017.93	37877.70	ladrillos/trabajador	57.71%
		ductividad de material	$\frac{\text{Produccion}}{\text{Peso de M. P}}$	0.46	0.52	ladrillos/kg	10.54%	
		ductividad de capital	$\frac{\text{Produccion}}{\text{Capital empleado}}$	5.34	6.03	ladrillos/soles	11.46%	
		ividad de factores multiples	$\frac{\text{Produccion}}{\text{recursos empleados}}$	2.78	3.06	ladrillos/soles	9.00%	
		ductividad energetica	$\frac{\text{Produccion}}{\text{Kwh}}$	1064.44	2513.52	ladrillos/Kwh	57.65%	
		Eficiencia Fisica	$\frac{\text{Peso } P. T}{\text{Peso de } M. P}$	88.56%	99.00%	%ladrillos/mes	10.54%	
		ficiencia Economica	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Costos}}$	1.60	1.81	soles	11.46%	
		te control de la proporcion	$\bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	11.44%	1.00%	% de ladrillos defectuosos/ mes	-91.26%	
<b>Variable Independiente</b>								
Estrategia de Producción Más Limpia	La Producción más Limpia es una estrategia ambiental preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia, productividad y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente	Consumo de Agua	m <sup>3</sup>	0.10	0.00	m <sup>3</sup> /Ton	-100.00%	
		Consumo de Energía Eléctrica	kwh	451.45	331.53	Kwh/mes	-26.56%	
		Consumo de Combustible	Galones/Ton	0.54	0.18	Gal/Tn	-66.50%	
		Residuos reutilizables	ladrillos defectuosos	62071	8417	% de ladrillos	-86.44%	
		Consumo de aserrín	Kg/Ton	186.72	0.00	Kg/ton	-100.00%	
Consumo de Gas Natural	m <sup>3</sup>	0.00	0.04	m <sup>3</sup> /Ton	100.00%			

La tabla 40 muestra los resultados después de la mejora propuesta en indicadores antes y después y su respectiva variación.

Interpretación de los resultados de la tabla de 40:

Respecto al ciclo de producción, este disminuyó en 35.54% lo que conllevó a que el nivel de producción se incrementó en 42.33%, asimismo se incrementaron los indicadores de productividad, la productividad de mano de obra se incrementó en 57.71%, la productividad de materiales en 10.54 %, la productividad de capital en 11.46, la productividad energética en 57.65 y la productividad de factores múltiples en 9%. La eficiencia física y económica aumentó en 10.54 y 11.46 respectivamente y la proporción de ladrillos defectuosos disminuyó en 91.26%.

Con respecto al consumo de agua externa empleada será cero dado que el agua en proceso se recuperará y se reutilizará continuamente mediante un circuito cerrado, y de esta manera ya no se añadirá agua externa al proceso de producción; el consumo de energía eléctrica y combustible disminuyó en 26.56%, en 66.50% respectivamente

Los residuos debido a ladrillos defectuosos disminuyen en 86.44%, Por último el consumo de aserrín disminuye en su totalidad ya que no se empleará más en la producción y esta será remplazada por GN.

### 3.4. Resultados del Análisis económico

Para la evaluación económica del diseño de mejora propuesto, se consideran los criterios de evaluación propuestos por la guía técnica de PML elaborado por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles auspiciada por Bolivia y la embajada Real de Dinamarca. Indican en dicho sentido los criterios que determinaran la factibilidad económica de las opciones de PML propuestas, las cuales además estos permiten proyectar y analizar el beneficio económico que se obtendrá al final del periodo después de realizar la inversión en la implementación de PML. Para obtener los resultados monetarios se requiere información de las etapas previas al de la evaluación; los criterios económicos se basan en la aplicación de los siguientes resultados financieros:

Valor actual (VA) y Valor Futuro (VF)

Flujo de Caja (FC)

Valor actual neto (VAN)

Tasa interna de retorno (TIR)

A continuación, se detallará y analizará los costos involucrados para la implementación de la propuesta del diseño de mejora en los procesos de fabricación de ladrillo cerámico, para disminuir el impacto ambiental, mediante la estrategia de PML y se analizará también el beneficio que conlleva la implementación para la mejora de la producción, productividad y eficiencia.

### 3.4.1. Costos de la implementación

A continuación se presentan los costos de la implementación del plan de Producción más limpia en la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L mediante las estrategias que la componen.

**Tabla 41**

*Costos proyectados de la implementación de la mejora propuesta para la empresa CECAJ S.R.L*

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Materiales de consumo:</b>						
Papel Bond A4 de 80 g, millar	S/. 25.00					
Lapicero, unidad	S/. 18.00					
Lápiz, unidad	S/. 1.00					
Borrador, unidad	S/. 1.00					
Folder de manila, unidad	S/. 4.00					
CD, unidad	S/. 4.00					
Tinta de Impresora	S/. 65.00					
<b>Sub total</b>	<b>S/. 118.00</b>					
<b>Servicios:</b>						
Anillado, unidad	S/. 6.00					
Fotocopiado material bibliogr	S/. 180.00					
Impresiones, paquete	S/. 200.00					
Internet, mes	S/. 534.00					
Teléfono, mes	S/. 240.00					
<b>Sub total</b>	<b>S/. 1,160.00</b>					
<b>Equipos y Accesorios:</b>						
Laptop	S/. 2,300.00					
Celular	S/. 900.00					
Memoria USB	S/. 60.00					
Horno	S/. 1,000,000.00					
Tubo de acero 7/8	S/. 12,375.00					
Cuatrimoto electrica	S/. 16,000.00					
Aspirador Industrial	S/. 25,430.00					
Maquina Sarandeadora	S/. 33,804.90					
Maquina Condensadora	S/. 28,900.00					
Filtro	S/. 3,480.00					
Electroiman	S/. 360.00					
<b>Sub total</b>	<b>S/. 1,123,609.90</b>					
<b>Otros:</b>						
Pasajes urbanos, mes	S/. 200.00					
<b>Sub total</b>	<b>S/. 200.00</b>					
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 1,125,087.90</b>					
<b>Gastos Operativos</b>						
Combustible	S/. 44,616.00	S/. 44,616.00	S/. 44,616.00	S/. 44,616.00	S/. 44,616.00	S/. 44,616.00
Luz (Mes)	S/. 73,367.29	S/. 73,367.29	S/. 73,367.29	S/. 73,367.29	S/. 73,367.29	S/. 73,367.29
Gas natural	S/. 1,097,073.94	S/. 1,097,073.94	S/. 1,097,073.94	S/. 1,097,073.94	S/. 1,097,073.94	S/. 1,097,073.94
<b>Total Gastos Operativos</b>	<b>S/. 1,215,057.23</b>	<b>S/. 1,215,057.23</b>	<b>S/. 1,215,057.23</b>	<b>S/. 1,215,057.23</b>	<b>S/. 1,215,057.23</b>	<b>S/. 1,215,057.23</b>
<b>Gastos de Personal</b>						
Jefe de Planta	S/. 20,400.00	S/. 20,400.00	S/. 20,400.00	S/. 20,400.00	S/. 20,400.00	S/. 20,400.00
Operarios	S/. 421,560.00	S/. 421,560.00	S/. 421,560.00	S/. 421,560.00	S/. 421,560.00	S/. 421,560.00
<b>TOTAL GASTOS DE PERSONAL</b>	<b>S/. 441,960.00</b>	<b>S/. 441,960.00</b>	<b>S/. 441,960.00</b>	<b>S/. 441,960.00</b>	<b>S/. 441,960.00</b>	<b>S/. 441,960.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 2,782,105.13</b>	<b>S/. 1,657,017.23</b>	<b>S/. 1,657,017.23</b>	<b>S/. 1,657,017.23</b>	<b>S/. 1,657,017.23</b>	<b>S/. 1,657,017.23</b>

La tabla 41 muestra los costos de implementación de la propuesta y los gastos operativos anuales de la misma.

Podemos afirmar que en cuanto al costo de implementación, la mayor inversión se encuentra en la implementación del horno túnel y en el combustible para el volumen de producción requerida, el cual presenta la mayor cantidad de los gastos operativos.

### 3.4.2. Ingresos proyectados

En la siguiente tabla; se presentan los ingresos proyectados obtenidos, según los resultados del ahorro y reducción de residuos, y queda como sigue:

**Tabla 42**

*Flujo de Caja Proyectado por la propuesta de la implementación de la mejora en la empresa CECAJ S.R.*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	S/. 2,999,913.67	S/. 2,999,913.67	S/. 2,999,913.67	S/. 2,999,913.67	S/. 2,999,913.67
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 2,999,913.67</b>	<b>S/. 2,999,913.67</b>	<b>S/. 2,999,913.67</b>	<b>S/. 2,999,913.67</b>	<b>S/. 2,999,913.67</b>

La tabla 42 muestra los ingresos totales anuales en soles del año 1 al año 5 de la propuesta para la empresa CECAJ S.R.L.

Así mismo se puede observar que la empresa obtendrá un beneficio de S/. 2,999,913.67 anuales.

### 3.4.3. Ingresos- Egresos

En la siguiente tabla se muestran los ingresos y egresos que se generaran en la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L con la implementación del plan propuesto, para un periodo proyectado de 5 años.

**Tabla 43**

*Ingresos- Egresos anuales de la mejora en la empresa CECAJ S.R.*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Total Ingresos	S/. 2,999,913.67	S/. 2,999,913.67	S/. 2,999,913.67	S/. 2,999,913.67	S/. 2,999,913.67
Total Egresos	S/. 1,657,017.23	S/. 1,657,017.23	S/. 1,657,017.23	S/. 1,657,017.23	S/. 1,657,017.23
<b>Margen de Ganancia</b>	<b>S/. 1,342,896.44</b>	<b>S/. 1,342,896.44</b>	<b>S/. 1,342,896.44</b>	<b>S/. 1,342,896.44</b>	<b>S/. 1,342,896.44</b>

La tabla 43 muestra los ingresos menos los egresos anuales propuestos y el margen de ganancia hasta el año 5 en la empresa CECAJ S.R.L.

De la tabla 42 se puede observar que los ingresos anuales se obtuvieron mediante la multiplicación de la producción mensual de 833309 ladrillos por el precio de S/. 0.30 por unidad, esto se multiplica por los 12 meses del año para obtener la suma de S/. 2,999,913.67.

El resultado de los egresos es debido a los costos mensuales de producción de S/. 138,084.77 que cubren la mano de obra, materiales y recursos empleados que se detallan en la tabla 30, multiplicado por los 12 meses del año para obtener así el valor de los egresos anuales, los cuales ascienden a la suma de S/.1,657,017.23.

#### 3.4.4. Flujo de caja Neto Proyectado

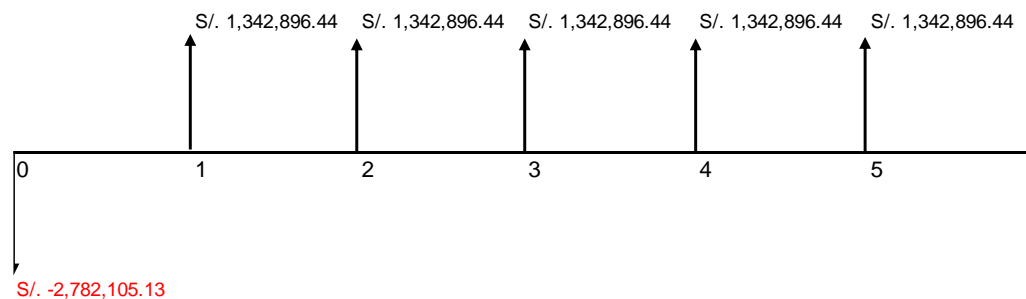
En la Tabla siguiente; se muestra el flujo de caja que generara la implementación del plan de mejora propuesto, permite ver el egreso en el periodo 0 y los ingresos proyectados en los próximos 5 años, el cual se detalla a continuación:

**Tabla 44**

*Flujo de caja neto proyectado anual de la mejora en la empresa CECAJ S.R.*

Flujo de Caja						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
TOTAL	S/. -2,782,105.13	S/. 1,342,896.44	S/. 1,342,896.44	S/. 1,342,896.44	S/. 1,342,896.44	S/. 1,342,896.44

La tabla 44 muestra los el flujo de caja neto proyectado anual propuestos hasta el año 5 en la empresa CECAJ S.R.L.



**Figura 19.** Flujo de Caja Proyectado



En la figura que se muestra el flujo de caja proyectado obtenido para cinco años en forma gráfica, permitió ver los resultados de la mejora considerando un COK de 9.27%.

### 3.4.5. Resumen de Indicadores Financieros

En la tabla siguiente, se determinan los indicadores necesarios para la evaluación de la aceptación del proyecto.

**Tabla 45**

*Resumen de indicadores financieros*

<b>Tasa COK</b>	9.27%
<b>VA</b>	S/. 5,187,243.94
<b>VAN</b>	S/. 2,405,138.81
<b>TIR</b>	38.95%
<b>IR</b>	2.03

La tabla 45 nos permite tener un mayor análisis de los resultados de los indicadores financieros del plan de PML en la empresa CECAJ S.R.L.

Con la evaluación del VAN (Valor Actual Neto) podemos decir que la implementación del proyecto es viable.

Se obtuvo un  $VAN > 0$ ; Indica que podríamos generar una rentabilidad de S/. 2.405,138.81 en cinco años, con esto podemos decir que la propuesta es viable y se acepta, además evidencia que al finalizar los 5 años proyectados, se recupera la inversión y se obtiene utilidades por una suma de S/. 2.405,138.81 con la implementación del plan de Producción Más limpia propuesto.

$TIR > COK$ ; la tasa interna de retorno es de 38.95 %, este valor es mayor que la tasa del costo de oportunidad del capital la cual tiene un valor de 9.27%, con la evaluación del TIR podríamos decir que la implementación es viable ya que supera el costo de oportunidad, además esto nos indica que se acepta y nos conviene esta propuesta.

$IR > 1$ ; el índice de rentabilidad es S/. 2.03 por lo tanto, el valor es mayor que 1, y se deduce que por cada sol invertido se gana S/. 1.03.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Vargas (2016), realizo un estudio en el cual aplica las estrategias de la producción más limpia en los diferentes procesos de fabricación de cerveza, sus estrategias obtuvieron ahorros de agua en 7.6% y energía en 10 % respectivamente; de igual manera en la presente investigación se obtuvo resultados de un 100% de reducción de consumo de agua y una reducción de 26.56% del consumo de energía eléctrica, asimismo la productividad energética se incrementó en 57%.

Martínez, García, Fernández, Álvarez y Martínez (2017), en su estudio que tuvo el objetivo de transformar el aserrín en madera plástica y sus resultados obtenidos fueron favorables, mediante la reutilización del aserrín para pasar por un proceso de extrusado y obtener así un aglomerado, se disminuyó el residuo de aserrín en un 25 % y asimismo sus ingresos aumentaron en 12%, de igual forma en la empresa CECAJ S.R.L se disminuyeron los residuos en 86.44% y la eficiencia económica aumento en 11.46 %.

Por medio del estudio realizado dentro de los procesos productivos en la empresa CECAJ S.R.L. se identificó que el 100% de agua utilizada para la producción de ladrillos es expulsada en estado gaseoso, para lo cual se demostró que, la implementación de un circuito cerrado de agua es importante para la correcta reutilización de ese recurso, contrastando lo antes mencionado con el estudio realizado por Ramos y Lorenzo (2017), donde detalla que dentro de una empresa azucarera, la identificación de técnicas, procesos y procedimientos para la minimización del uso de agua y residuos, dentro de las diferentes estrategias que se proponen para la mejora de la eficiencia de la planta azucarera es, el trabajo en circuitos

cerrados para la reducción de consumo de agua en, mediante las bombas de vacío y los condensadores de filtros, también se generó energía eléctrica mediante la quema del gabacillo, disminuyendo sus residuos en 42%; de igual forma en la empresa CECAJ SRL, mediante la PML se redujo el consumo de agua y la eficiencia física aumento 10.54%.

Los indicadores de la PML mejoraron sustancialmente, obteniéndose una disminución del 26.56 % del consumo de energía eléctrica dado que antes de la mejora proyectado se consumía 451.45 kwh/mes y con la mejora solo 331.53 kwh/mes, de igual forma se disminuyó el consumo de combustible ya que antes de la mejora proyectada se consumía 0.54 Gal/Tn y con la mejora solo 0.18 Gal/Tn lo que significa un ahorro de 66.50 %; los residuos disminuyeron de 62071 a 8417 ladrillos defectuosos al mes obteniendo una disminución del 86.44%, cabe mencionar que el uso externo de agua se eliminó del proceso ya que el agua en proceso será recuperada y reutilizada continuamente obteniendo así una disminución del 100% , así mismo el aserrín fue sustituido por gas natural por ser este menos contaminante para el ambiente, obteniendo un 100% de reducción de uso de aserrín.

Mediante el plan de PML en la empresa CECAJ S.R.L, se obtuvieron resultados en beneficio, se recomienda que para posteriores investigaciones en la empresa CECAJ S.R.L, utilizar horno secadero con quemadores de gas más eficientes para obtener una mayor eficiencia térmica o reemplazar el GN por otro combustible menos contaminante. Se recomienda eliminar del proceso al mini cargador, sustituir los camiones de carga por cuatrimotor eléctricas y carrocerías, implementar la zaranda para prevenir residuos, e implementar un horno secadero a GN y un sistema de circuito cerrado para el agua.

## 4.2. Conclusiones

El diagnóstico de la línea de fabricación de ladrillo pandereta en la empresa CECAJ S.R.L, utilizando las herramientas, guía de entrevista, lista de chequeo, guía de verificación, observación directa y cartas de control de la proporción, determino un 11.44% de residuos generados debido a producción defectuosa, presentando los principales problemas en el área de formado 2.27%, secado 4.17% y quemado 5%; además mediante el análisis documental de registros de la empresa se identificó los recursos empleados, arcillas, agua, energía, combustible y aserrín empleado durante el proceso de fabricación de ladrillo, asimismo se encontró que no cuenta con un sistema de prevención de residuos y se evidencio el excesivo consumo de recursos y bajos niveles en los indicadores de productividad y eficiencia.

Mediante el plan de PML, basado en las estrategias de circuito cerrado del agua, sustitución de insumos, modificación del equipo, reutilización del agua y el cambio de tecnología, se disminuyo el tiempo de ciclo en 35.54%, en 100 % el uso externo de agua, el consumo de electricidad en 26.56%, consumo de combustible en 66.50%, los residuos en 86.44%; se determinó un incremento de la eficiencia física en 10.54 %, eficiencia económica 11.46%; producción en 42.33%, la productividad de factores múltiples 9%, la productividad energética 57.65%; productividad de capital empleado en 11.46 %.

La evaluación económica financiera para la propuesta de implementación del plan de producción más limpia para mejorar los procesos de fabricación de ladrillo en la empresa CECAJ S.R.L, utilizando los indicadores VAN, TIR, IR, se obtuvieron resultados favorables, con un VAN de S/. 2, 405,138.81 proyectados a 5 años, una TIR de 38.95% y un IR de S/. 2.03; el análisis de estas cifras demuestra que este proyecto es favorable económica y financieramente en la empresa CECAJ S.R.L, se acepta y conviene la implementación.

## REFERENCIAS

- Aguilera Jarrin, R. R. (2018). Plan de Gestión Integral del consumo de agua en el camal municipal de Santo Domingo de los Tsáchilas (Bachelor's thesis, CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS FACULTAD: INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES).
- Arias-Lafargue, T., Reyes-Yola, O., & Crespo-Sariol, H. (2012). Opciones de prácticas de producción más limpias para la producción de cervezas y alcoholes en Santiago de Cuba. *Tecnología Química*, 32(1), 105-114.
- Arevalo Reusche, J. E. (2014). Propuesta de un modelo de producción más limpia en una fábrica de ladrillos.
- Bardales Cerquín, M., & García Cruzado, M. A. (2019). Diseño de una línea de producción de tableros aglomerados aplicando la estrategia de producción más limpia y su relación con el nivel de competitividad en la empresa Derima SRL.
- Barrios, E., & Loreto, D. (2003). Alternativas y herramientas para la producción más limpia. In ANALES de la Universidad Metropolitana (Vol. 3, No. 1, pp. 255-270). Universidad Metropolitana.
- Bello Gómez, Á. M., & Méndez López, A. C. (2014). Principales medidas de producción más limpia para el sector chocolatería, confitería y sus materias primas (Bachelor's thesis, Universidad de Medellín).
- Bustamante Villegas, O. N., Huamán, V., & Alejandro, W. (2018). La mejora de procesos en base a la estrategia de producción más limpia en la industria panadera Bakery SAC Cajamarca, 2017.
- Carrasco Murga, S. (2017). Diseño y propuesta de mejora en el proceso de faenamamiento en el camal Municipal de Cajamarca para la reducción del consumo de agua.
- Concepción, P. P. (2014). Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. *Industrial data*, 17(2), 72-80.
- Chamorro Racero, R. D. C., & Tapias Peluffo, J. L. (2014). Diseño de un programa de producción más limpia para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa CVP Ingeniería Ltda de la ciudad de Cartagena (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).
- De Bogotá, C. D. C. (2017). Convenios de producción más limpia: Comités Técnicos de Producción Más Limpia.

- Espejo Mamani, C. E., & Gomez Ramos, C. J. (2017). Mejora del proceso de teñido mediante la reutilización de los baños de agua en el área de tintorería en la empresa Textil La Merced SA En el marco de la producción más limpia.
- García Caracas, G. J. (2015). Caracterización de las pérdidas térmicas a partir de un balance térmico del horno de la Ladrillera Meléndez SA (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).
- Garzón Rivera, L. A., & Gutiérrez González, A. M. (2016). Estrategias de producción más limpia para el proceso de cromado en la empresa ZINC. LTDA.
- Jiménez, P. V., Medina, J. C., Pan, E. M., Ruiz, A. P., & Umlandt, M. (2016). Uso de residuos de carpintería de las especies *Prosopis alba* y *Pinus sp.* en la elaboración de paneles aglomerados. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, 24(1-2), 26-35.
- Kassnera, A. G., & Yanethb, F. Y. G. (2019). Análisis de la utilización de estrategias de producción más limpia y adaptación de un sistema de indicadores de manejo ambiental en las empresas del clúster textil confecciones del Tolima. *revista. luna. azul*, 48, 48-69.
- León-Guamán, J. X., Patiño, M. Y. O., Gómez, Y. J. R., & Black, W. R. (2018, July). Aplicación de sistemas de producción más limpia en el Camal Municipal del cantón Machala. In *Conference Proceedings* (Vol. 2, No. 2).
- Maza Quishpi, M. E. (2011). Producción más limpia para ladrilleras en la parroquia Sinincay (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).
- Martínez-López, Y., García-Gonzalez, M., Fernández-Concepción, R. R., Álvarez-Lazo, D., & Martínez-Rodríguez, E. (2017). Proceso de transformación de la materia prima para tableros de madera plástica. *Ingeniería Industrial*, 38(3), 235-246.
- Mendoza O'Byrne, J. A. (2006). Propuesta para implementar estrategias de producción más limpia en la ladrillera Cúcuta.
- Morillo Chandi, S. J. (2012). Propuesta de producción más limpia (p+ l) en el proceso de tinturado, en la industria "Textiles María Belén" ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito.
- Paredes Concepción, Perla (2014). Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. *Industrial Data*, 17(2),72-80.[fecha de Consulta 8 de Junio de 2020]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=816/81640856009>
- Paterson, P. (2017). Calentamiento global y cambio climático en Sudamérica. *Revista Política y Estrategia*, (130), 153-188.



- Pinilla Vargas, R. S. Diseño e Implementación de la Primera Fase del Programa de Producción más Limpia para el Aprovechamiento y Adecuado Manejo del Agua Potable en la Empresa INDULATEX SA.
- Ramos-Bell, S., & Lorenzo-Acosta, Y. (2017). Acciones de producción más limpia para implementar en la industria azucarera cubana. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 51(1), 60-66.
- Reales Angarita, K. R., & Luquez Arias, H. A. Diseño de estrategias para la aplicación de producción más limpia (PML), apoyado en la herramienta Errria, como alternativa de sostenibilidad de las explotaciones de arcilla en la vereda las Casitas del municipio de Valledupar Cesar.
- Restrepo Gallego, M. (2006). Producción más limpia en la industria alimentaria.
- Reyes Yola, O., Destrades Morales, D., & Aguilar Reyna, A. (2005). Prácticas de producción más limpias para mitigar la contaminación de la destilería Hatuey por la descarga de la vinaza de la destilación alcohólica. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente, 2005.
- Silva Arroyave, S. M., Cardona Pareja, R. A., Flórez López, L. M., & Arango Pérez, I. C. (2010). Fortalecimiento del desempeño ambiental empresarial, a través del programa de producción más limpia y consumo sostenible del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Solano-Brenes, A. G., & Valverde-Castro, M. L. (2015). Programa de producción más limpia para el Beneficio Volcafe San Diego, Desamparados.
- Suárez, I. (2010). Transferencia de tecnología como un mecanismo para viabilizar la producción más limpia en el ecuador.
- Tacuri Guanuche, S. V. (2019). Determinación de la factibilidad para implementar sistemas de producción más limpia en la granja porcina Don Pepe parroquia El Retiro.
- Torrejón, V., & Antonio, J. (2015). Mecanismo de producción más limpia: EL reúso de aguas residuales en la actividad minera.
- Vargas Gutiérrez, J. A. (2016). Diseño de un programa de producción más limpia para su implementación en la industria cervecera Bavaria SA Bucaramanga Facultad.

## ANEXOS

### Anexo n°1: Entrevista al gerente

GUIA DE ENTREVISTA AL GERENTE DE LA EMPRESA CERAMICOS CAJAMARCA S.R.L.

- 1) ¿Cuáles son los tipos de ladrillos que produce la empresa CERAMICOS CAJAMARCA S.R.L?  
*Pandereto, Pandereta 25, King Kong Popular, King Kong Estándar, King Kong Tipo 4, Super King Kong, Techo 12, Techo 15, Blaguita.*
- 2) ¿Qué problemas se presentan a lo largo del proceso de fabricación de ladrillo?  
*En el area de formado, secaderos y hornado se generan ladrillos defectuosos por impurezas en el material, ladrillos muy húmedos o exceso de cocción.*
- 3) ¿Cuáles son las áreas donde se producen residuos, desperdicios y defectos del producto?  
*Formado, en los secaderos y hornos.*
- 4) ¿Cómo tratan los problemas de desperdicios de material cuando se presentan?  
*Los ladrillos defectuosos y material con reprocesador.*
- 5) ¿Existe un sistema de identificación y expulsión de impurezas del material en proceso?  
*En la foja 1 hay un imán para metales y una persona repasa manualmente las impurezas en el material.*
- 6) ¿Se conoce el consumo de agua, aserrín, energía y combustible mensual de la empresa?  
*Si, se lleva un registro de los recursos y las actividades, y cantidad de empleados.*
- 7) ¿La maquinaria utilizada es la adecuada para prevenir el ingreso de impurezas y realizar el proceso?  
*No se cuenta con maquinaria para identificar y reparar las impurezas que ingresan con el material.*
- 8) ¿Conoce usted sobre la producción más limpia?  
*Si es para no contaminar el medio ambiente.*
- 9) ¿Cuál cree que es el objetivo principal de tener una producción más limpia?  
*No arrojar desechos o desperdicios de la producción al ambiente.*
- 10) ¿Considera usted que los procesos que se lleva en la fábrica tienen una producción limpia?  
*Si, porque para el proceso solo se emplea agua, tierra y electricidad.*
- 11) ¿Cree usted que una producción más limpia ayudaría a mejorar el proceso de producción de ladrillo y ayude que la empresa sea más amigable con el medio ambiente?  
*Como que mas que mejorar el proceso, evita la contaminación del medio ambiente.*
- 12) ¿Qué es lo que necesita mejorar o implementar la empresa para mejorar su proceso de fabricación de ladrillo?  
*Se requiere un separador de impurezas como el Tamiz.*
- 13) ¿Qué espera para la empresa luego de una mejora propuesta en base a la producción más limpia?  
*Ya no generar residuos por ladrillos defectuosos en el formado, secaderos y hornos.*

**Anexo n°2: lista de chequeo de la empresa CECAJ.S.R.L.**

LISTA DE CHEQUEO

N°	Aspecto de Evaluación	Si	Parcial	No
1	¿Se mantiene un registro del consumo de agua mensual?	✓		
2	¿Existes un programa de ahorro y detección de fugas de agua?			✓
3	¿Se realiza verificación del comportamiento del consumo de agua?			✓
4	¿Existe la posibilidad de eliminar o minimizar el consumo de agua en algunos procesos?	✓		
5	¿Se han fijado objetivos para eliminar o reducir el consumo de agua?		✓	
6	¿Se conoce cuanta energía se consume en total en la empresa?	✓		
7	¿Se han fijado objetivos para reducir el consumo de energía?			✓
8	¿Se mantiene un registro del consumo de combustible por medio de facturas mensuales?		✓	
9	¿Existe la posible de sustituir el combustible por energía eléctrica u otra fuente más amigable ambientalmente?	✓		
10	¿Conoce la cantidad y composición de emisiones y residuos generado mensual?		✓	
11	¿Se monitorean los tipos y cantidades de residuos generados?		✓	
12	¿Existes un programa para reducir, reutilizar o reciclar los residuos?	✓		
13	¿Estimulan al personal de la empresa a minimizar los residuos?			✓
14	¿Se han identificado posibles oportunidades de reducción de los residuos?	✓		
15	¿Se cuenta con un programa de separación de residuos?			✓
16	¿Se cuenta con equipos o instrumentos para detectar la cantidad de residuos generados?		✓	
17	¿Se tiene registros de todos los materiales e insumos empleados?	✓		
18	¿Se ha identificado nuevas alternativas de materiales e insumos que sean menos contaminantes?	✓		
19	¿Se han identificado los procesos en los que se genera más productos defectuosos?	✓		
20	¿Se evita usar materiales, insumos y productos no amigables con el medio ambiente?	✓		

**Anexo n°3: Ficha para validación de instrumento, guía de entrevista**

**N** UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

**FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

I. REFERENCIA

1.1. Experto: *Franco Alberto Tello Lopez*

1.2. Especialidad: *Gestión de Mantenimiento Industrial*

1.3. Cargo actual: *Docente - T. Asesor Senior*

1.4. Grado académico: *Ingeniería Industrial con Mención*

1.5. Institución: *Universidad Privada del Norte*

1.6. Tipo de instrumento: *Guía de entrevista*

1.7. Lugar y fecha: *Cajamarca, 13 de febrero del 2020*

II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	/					
2	Formulado con lenguaje apropiado	/					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	/					
4	Facilita la prueba de hipótesis	/					
5	Suficiencia para medir la variable	/					
6	Facilita la interpretación del instrumento	/					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	/					
8	Expresado en hechos perceptibles	/					
9	Tiene secuencia lógica	/					
10	Basado en aspectos teóricos	/					
	Total	3	5	1	2		

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = \frac{47}{100}$


III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

.....

.....

.....

.....

  
 .....  
 Firma y sello del Experto

**Anexo n°4: Ficha para validación de instrumento, guía de entrevista**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

**FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

I. REFERENCIA

1.1. Experto: *Ricardo Fernando Ortega Mesanza*

1.2. Especialidad: *Ing. Industrial*

1.3. Cargo actual: *Docente Industrial*

1.4. Grado académico: *Magister*

1.5. Institución: *UPN*

1.6. Tipo de instrumento: *Guía de entrevista*

1.7. Lugar y fecha: *02/01/2020 Cajamarca*

II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	/					
2	Formulado con lenguaje apropiado		/				
3	Adecuado para los sujetos en estudio	/					
4	Facilita la prueba de hipótesis	/					
5	Suficiencia para medir la variable	/					
6	Facilita la interpretación del instrumento		/				
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	/					
8	Expresado en hechos perceptibles	/					
9	Tiene secuencia lógica	/					
10	Basado en aspectos teóricos		/				
Total		35	12				

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = \frac{47}{100}$


III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

.....

.....


.....

.....

  
 .....  
 Firma y sello del Experto



**Anexo n°5: Ficha para validación de instrumento, guía de entrevista**



UNIVERSIDAD  
PRIVADA DEL NORTE

**FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

**I. REFERENCIA**

1.1. Experto: *Elmer Aquino Briand*

1.2. Especialidad: *Operación, Logística, Proyectos y Costos*

1.3. Cargo actual: *Docente TP*

1.4. Grado académico: *M.Sc.*

1.5. Institución: *Universidad Privada del Norte*

1.6. Tipo de instrumento: *Entrevista*

1.7. Lugar y fecha: *Cajamarca 30/07/2020*

**II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS**

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	/					
2	Formulado con lenguaje apropiado	/					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	/					
4	Facilita la prueba de hipótesis	/					
5	Suficiencia para medir la variable	/					
6	Facilita la interpretación del instrumento	/					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología		/				
8	Expresado en hechos perceptibles		/				
9	Tiene secuencia lógica		/				
10	Basado en aspectos teóricos		/				
<b>Total</b>		30	16				

Coeficiente de valoración porcentual:  $c = \frac{46}{100} = 46\%$

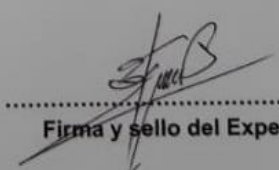
**III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES**

.....


.....

.....

.....

  
 .....  
**Firma y sello del Experto**

**Anexo n°6: Fichas para validación de lista de chequeo**

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

**FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

I. REFERENCIA

1.1. Experto: *Fraux Gella Segura*

1.2. Especialidad: *Gerencia de Mantenimiento Industrial*

1.3. Cargo actual: *Docente Tiempo Parcial*

1.4. Grado académico: *Ingeniería Industrial con Mención*

1.5. Institución: *Universidad Privada del Norte*

1.6. Tipo de instrumento: *Lista de Chequeo*

1.7. Lugar y fecha: *Cajamarca, 03 de febrero 2020*

II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	/					
2	Formulado con lenguaje apropiado	/					
3	Adecuado para los sujetos en estudio			//			
4	Facilita la prueba de hipótesis			//			
5	Suficiencia para medir la variable	/					
6	Facilita la interpretación del instrumento	/					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	/					
8	Expresado en hechos perceptibles			//			
9	Tiene secuencia lógica			//			
10	Basado en aspectos teóricos	/					
	Total	30	16				

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = \frac{46}{100} = 46\%$

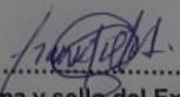
III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

.....

.....

.....

.....

  
Firma y sello del Experto

**Anexo n°7: Ficha para validación de instrumento, lista de chequeo**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

**FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

**I. REFERENCIA**

1.1. Experto: Elmer Aguilar Briones

1.2. Especialidad: Ingeniería Industrial

1.3. Cargo actual: Docente T.P.

1.4. Grado académico: Mestrado en Gestión de Operaciones y Logística

1.5. Institución: Universidad Privada del Norte

1.6. Tipo de instrumento: Lista de Chequeo

1.7. Lugar y fecha: Cajamarca 23/01/2020

**II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS**

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	/					
2	Formulado con lenguaje apropiado	/					
3	Adecuado para los sujetos en estudio		/				
4	Facilita la prueba de hipótesis		/				
5	Suficiencia para medir la variable	/					
6	Facilita la interpretación del instrumento		/				
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	/					
8	Expresado en hechos perceptibles	/					
9	Tiene secuencia lógica		/				
10	Basado en aspectos teóricos		/				
	<b>Total</b>	25	20				

Coeficiente de valoración porcentual:  $c = \frac{45}{100} = 45\%$

**III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES**

.....

.....

.....

.....

.....  
Firma y sello del Experto



**Anexo n°8: Ficha para validación de instrumento, lista de chequeo**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

**FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

**I. REFERENCIA**

1.1. Experto: Ricardo Fernando Ortega Nestanza

1.2. Especialidad: Ing. Industrial

1.3. Cargo actual: DD/CC Ms Industrial

1.4. Grado académico: Magister

1.5. Institución: UPN

1.6. Tipo de instrumento: Lista de chequeo

1.7. Lugar y fecha: 02/01/2020 Cajamarca

**II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS**

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores		/				
2	Formulado con lenguaje apropiado		/				
3	Adecuado para los sujetos en estudio	/					
4	Facilita la prueba de hipótesis	/					
5	Suficiencia para medir la variable		/				
6	Facilita la interpretación del instrumento	/					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	/					
8	Expresado en hechos perceptibles		/				
9	Tiene secuencia lógica		/				
10	Basado en aspectos teóricos	/					
<b>Total</b>		<b>25</b>	<b>20</b>				

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = \frac{20}{25} = 0.8$  80


**III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES**

.....

.....

.....

.....

  
 .....  
**Firma y sello del Experto**

**Anexo n°9: Residuos en el área de formado**





### Anexo n°10: Residuos en el área de Secado



**Anexo n°11: Residuos en el área de Horneado de la empresa CECAJ S.R.L**



**Anexo n°12: Eficiencia térmica y pérdidas en hornos.**

HORNOS	Hoffman	Túnel
Eficiencia Térmica promedio (%)	50	66
Pérdidas de Producción (%)	<2	<1

**Anexo n°13: Recursos empleados para la fabricación de ladrillo la empresa CECAJ S.R.L**

Mes	AGUA(m3)	Petróleo (gal)	Electricidad (Kwh)
ENERO	139	601	404
FEBRERO	133	549	453
MARZO	76	453	421
ABRIL	118	602	566
MAYO	108	534	547
JUNIO	108	559	451
JULIO	100	594	518
AGOSTO	68	446	422
SETIEMBRE	85	512	635
OCTUBRE	103	489	576
NOVIEMBRE	124	626	619
DICIEMBRE	92	453	596
TOTAL	1255	6418	6208

**Anexo n°14: Registro semanal de consumo de agua del año 2019 en la empresa CECAJ S.R.L**

Semana	Agua (m3)	Semana	Agua (m3)	Semana	Agua(m3)	Semana	Agua (m3)
1	18.72	14	28.95	27	13.72	40	24.25
2	43.05	15	27.74	28	0.00	41	12.13
3	14.70	16	30.54	29	34.86	42	21.22
4	33.27	17	17.58	30	35.47	43	33.80
5	34.26	18	20.31	31	26.30	44	21.22
6	34.5602	19	5.53	32	17.89	45	15.39
7	39.49	20	21.52	33	15.92	46	28.80
8	26.22	21	32.97	34	3.71	47	36.91
9	40.09	22	46.08	35	19.71	48	36.38
10	7.28	23	34.79	36	21.22	49	24.10
11	42.82	24	12.58	37	21.83	50	25.62
12	14.02	25	35.17	38	28.80	51	13.64
13	0	26	20.39	39	10.61	52	28.50
<b>TOTAL</b>					1254.63		
(m3)							

### Anexo n°15: Estudio de tiempos de la empresa CECAJ S.R.L

Elemento de trabajo	Observaciones										Tiempo Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Extracción de materia prima(tierras)	9.85	10.2	9.93	9.88	10.13	9.92	10.15	10.04	9.9	10.03	10.00
Transporte al área de mezclado	0.98	1.18	1.13	1.06	0.98	1.07	0.97	0.84	0.86	0.95	1.00
Mezclado de tierras	10.11	10.13	9.95	9.91	10.02	10.15	9.89	9.82	10.2	9.86	10.00
Transporte de tierra mezclada a tolva de alimentación	0.33	0.39	0.42	0.45	0.31	0.37	0.3	0.44	0.33	0.35	0.37
Chancado	0.21	0.19	0.23	0.15	0.14	0.18	0.15	0.2	0.16	0.13	0.17
Inspección de tierra chancada	0.51	0.46	0.44	0.4	0.42	0.38	0.36	0.41	0.5	0.35	0.42
Afinado 1	0.4	0.34	0.39	0.46	0.41	0.35	0.48	0.53	0.37	0.44	0.42
Amasado y verificación de textura	1.81	1.67	1.52	1.59	1.5	1.53	1.51	1.47	1.5	1.67	1.58
Afinado 2	0.55	0.37	0.39	0.44	0.4	0.31	0.52	0.57	0.33	0.36	0.42
Moldeado	0.4	0.46	0.34	0.28	0.27	0.3	0.33	0.29	0.28	0.37	0.33
Corte y verificación de corte	0.11	0.08	0.09	0.07	0.1	0.1	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08
Carga y apilamiento de ladrillos	0.88	0.93	1.11	1.05	1.09	0.97	0.88	0.95	1.12	0.99	1.00
Transportes de ladrillo a secaderos	1.89	1.92	2.03	2.14	2.08	1.88	2.03	2.11	1.9	1.97	2.00
Secado	66.81	68.54	67.91	66.9	70.12	70.21	71.16	70.05	69.86	68.4	69.00
Transporte al horno	0.86	0.82	0.85	0.99	1.13	1.1	1.05	0.93	1.16	1.1	1.00
Horneado	26.04	28.51	28.31	26.78	28.25	25.99	26.35	27.44	26.14	26.15	27.00
Transporte a almacén	1.98	2.06	2.22	2.17	2.25	1.88	1.83	1.9	1.92	1.77	2.00
Almacenamiento	28.8	29.55	28.82	32.44	31.75	28.33	29.45	30.06	31.11	29.7	30.00

**Anexo n°16: Guía de Verificación del área de formado en la empresa CECAJ S.R.L**

GUIA DE VERIFICACION			
OBSERVADO POR	Bradley Alexander López Tirado	HOJA NUMERO	1
ÁREA	Formado	FECHA DE COMIENZO	01-04-2019
ESTUDIO NUMERO	1	FECHA TERMINO	30-04-2019
PRODUCTO	Ladrillo Pandereta	TIEMPO TRANSCURRIDO	30 días
Muestra	LADRILLOS SIN DEFECTOS	LADRILLOS DEFECTUOSOS	PROPORCIÓN DE LADRILLOS DEFECTUOSOS
1	4	0	0
2	4	0	0
3	3	1	0.25
4	4	0	0
5	4	0	0
6	4	0	0
7	4	0	0
8	4	0	0
9	4	0	0
10	4	0	0
11	4	0	0
12	3	1	0.25
13	4	0	0
14	4	0	0
15	4	0	0
16	4	0	0
17	4	0	0
18	4	0	0
19	4	0	0
20	4	0	0
21	4	0	0
22	4	0	0
Total	86	2	0.0227

**Anexo n°17: Guía de Verificación del área de secado en la empresa CECAJ S.R.L**

GUIA DE VERIFICACION			
OBSERVADO POR	Bradley Alexander López Tirado	HOJA NUMERO	1
ÁREA	Secado	FECHA DE COMIENZO	01-04-2019
ESTUDIO NUMERO	1	FECHA TERMINO	30-04-2019
PRODUCTO	Ladrillo pandereta	TIEMPO TRANSCURRIDO	30 días
Muestra	LADRILLOS SIN DEFECTOS	LADRILLOS DEFECTUOSOS	PROPORCIÓN DE LADRILLOS DEFECTUOSOS
1	4	0	0
2	4	0	0
3	4	0	0
4	4	0	0
5	3	1	0.25
6	4	0	0
7	4	0	0
8	4	0	0
9	4	0	0
10	3	1	0.25
11	4	0	0
12	4	0	0
13	4	0	0
14	4	0	0
15	4	0	0
16	4	0	0
17	3	1	0.25
18	4	0	0
Total	72	69	0.0416



**Anexo n° 18: Guía de Verificación del área de horneado en la empresa CECAJ S.R.L**

GUIA DE VERIFICACION			
OBSERVADO POR	Bradley Alexander López Tirado	HOJA NUMERO	1
ÁREA	Horneado	FECHA DE COMIENZO	01-04-2019
ESTUDIO NUMERO	1	FECHA TERMINO	30-04-2019
PRODUCTO	Ladrillo pandereta	TIEMPO TRANSCURRIDO	30 dais
Muestra	LADRILLOS SIN DEFECTOS	LADRILLOS DEFECTUOSOS	PROPORCIÓN DE LADRILLOS DEFECTUOSOS
1	4	0	0
2	4	0	0
3	3	1	0.25
4	4	0	0
5	4	0	0
6	4	0	0
7	4	0	0
8	3	1	0.25
9	4	0	0
10	4	0	0
11	4	0	0
12	4	0	0
13	3	1	0.25
14	4	0	0
15	4	0	0
16	4	0	0
17	4	0	0
18	3	1	0.25
19	4	0	0
20	4	0	0
Total	80	76	0.050

**Anexo n° 19: Registro de consumo de aserrín por quema del año 2019 en la empresa CECAJ S.R.L**

Quema	Duración (Días)	Aserrín para Quema (KG)	Aserrín para relleno de hornos (Kg)	Total Aserrín (Kg)
1	22	199880	640	200520
2	22	204920	640	205560
3	24	258080	640	258720
4	23	212640	640	213280
5	20	239240	640	239880
6	22	250880	640	251520
7	20	104400	320	104720
8	27	284720	640	285360
Total	180	1754760	4800	1759560

## Anexo n° 20: Ficha técnica de Horno Túnel

### HORNO TUNEL

#### FICHA TÉCNICA

##### DESCRIPCION DE LA MÁQUINA

El horno túnel para fabricación de ladrillo de arcilla tiene una capacidad de producción de 10 a 12 Tn/hora, consta de materiales refractarios, constituido de un cuerpo fijo único, con longitud de 80 m, y con dos paredes laterales de 3 m y un techo recto. En su parte interna, el túnel es recorrido por vagonetas con los productos, cuenta con funcionamiento continuo, se caracteriza por el desarrollo ininterrumpido de la cocción y la posibilidad de efectuar las diferentes etapas sin variar el ritmo de la producción, este horno es automático y seca a los ladrillos húmedos en la zona de precalentamiento y posteriormente los quema en la zona de cocción.

Es un horno fiable, y se caracteriza por el corto tiempo de duración en el precalentamiento y el consumo de energía, el rendimiento de vapor, la energía de horneado y la eficiencia, la uniformidad de cocción y la capacidad de producción. La velocidad y caudal de aire, permiten obtener una cocción uniforme, pudiendo utilizarse para todo tipo de ladrillos cerámicos de arcilla.

##### CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN

- El horno puede dividirse en 3 zonas – precalentamiento, cocción y enfriamiento, el producto crudo entra por el extremo de la zona de precalentamiento y abandona el horno en la salida opuesta, en la zona de enfriamiento. En la primera zona, los productos montados en vagonetas o carritos son sometidos a un precalentamiento, recorriendo una curva de temperatura hasta unos 300°C.
- El precalentamiento de la carga cruda se da por el paso en contracorriente de los gases de combustión provenientes de la quema en la parte central del horno. Estos gases calientes intercambian calor con la carga y van hacia la chimenea, generalmente localizada sobre el techo al lado de la entrada del horno (zona de precalentamiento). A continuación, las vagonetas entran en la zona de cocción, donde están ubicados los quemadores. En esta fase, la temperatura del producto pasa de 300°C a 750/950°C, según el tipo de arcilla procesada. Finalmente, en la tercera y última zona, los productos comienzan el ciclo de enfriamiento hasta la salida del horno. En este trecho se inyecta aire frío del ambiente.
- Cuenta con quemador de combustible para la cocción: carbón, gas natural, petróleo, GLP. Tanto el interior como el exterior está hecho de material refractario con un refuerzo de estructura metálica para anclar el techo, generalmente recto, en la parte interna, la zona de quema suele recibir un revestimiento de material aislante refractario (ladrillo cerámico refractario o fibra cerámica) para limitar la pérdida de calor.

##### FUNCIONES DE CONTROL

- Panel de control con diferentes funciones, El control realiza de manera automática una serie de acciones que tiene como objeto simplificar el proceso de cocción, inyectar vapor, modificar la temperatura de cocción, etc. son realizadas automáticamente con solo pulsar una tecla del control.
- El control tiene la capacidad de almacenar 20 programas con los parámetros de cocción establecidos y permite programar un arranque automático para todos los días de la semana a una hora determinada.



##### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tensión eléctrica (V)	220-380-440
Frecuencia (Hz)	50-60
Fase	Mono/Tri
Potencia instalada (kW)	1.95
Entrada nominal de calor gas (BTU/h)	200,000
Entrada nominal de calor diesel (BTU/h)	168,000
Consumo de combustible	GN-0.35 m3/h
	GLP-0.46 m3/h
	DL- 0.42 m3/h
	Carbón 0.51 m3/h
Temperatura máxima de operación	1500 °C
Eficiencia térmica	66%
La cantidad de vagonetas de horno	80
Cantidad de quemadores	36
Longitud	80 m
Ancho	4 m
Alto	3 m
Productos conformes	≥ 99%
Pérdidas	<1%

## Anexo n° 21: Ficha técnica de cuatrimoto eléctrica

### FICHA TÉCNICA

#### Motor, prestaciones y consumo

Tipo de motor eléctrico	Bruhsless en rueda trasera
Potencia máxima CV	9.7 CV
Potencia máxima W	7000 W/hora
Velocidad máxima	85 km/h
Autonomía	153 km
Potencia máxima	6000 rpm
Peso	190 Kg

#### Transmisión

Tracción	Trasera
Tipo de Embrague	1

#### Batería

Tipo de batería Litio	72V-50Ah
Capacidad	3,6 kWh
Extraíble	NO
Tipo de cargador	230V – 10Ah
Tipo de carga / Tiempo 100%	8
Tipo de carga / Tiempo 80%	2

#### Dimensiones, peso y capacidad

Largo	170 cm
Ancho	95 cm
Altura	113 cm
Peso total	100 Kg
Número de plazas	2

#### Chasis

Frenos delanteros	Disco
Frenos Traseros	Disco

#### Extras y equipamiento

Freno	Regenerativo
Equilibrador de batería	BMS Integrado
Garantía	2 años
Tipo de marco	Acero
Capacidad de carga	450 Kg
Amortiguador(delantero/trasero)	Hidráulica/ Hidráulica
Garantía Batería	6 meses o 400.000 km



#### VOYAGER VL

El modelo VOYAGER VL cuenta con el motor integrado a su rueda. Su batería es de litio con una capacidad de 72V 50Ah. Para conducir en todo terreno y utilizarlo sobre terrenos agrestes, con carga completa en tan solo 8 horas, Disponible tanto en versión Analógica como Digital. Dispone de marcha atrás, de 5 modos de conducción, de freno regenerativo, cuadro digital, diversas posibilidades de programación de la velocidad punta, curva de potencia, velocidad variable, lo cual ayudara a mejorar su autonomía.

## Anexo n° 22: Ficha técnica de Horno aspirador industrial

### FICHA TÉCNICA DE ASPIRADOR INDUSTRIAL

Tamaño de Partic... 0,1 &mu;m

Marca: Palmary

Peso: Depende de la solicitud del cliente

Garantía: 1 año

Estructura: Bolsa colector de polvo

Bolsa de filtro: Depende de la solicitud de diseño

Aire comprimido: 0.8Mpa

Lugar del origen: Jiangsu, China

Dimensión (L\*W\*H): Depende de la solicitud del cliente

Certificación: ISO

Servicio postventa... Apoyo en línea

El volumen de aire: Depende de la solicitud del cliente

Limpieza de mane... Sistema de limpieza por chorro de pulso automático

Concentración de ... 10 mg/m3



#### Principales características

- 1) Tamaño: el diseño personalizado depende del entorno local del cliente.
- 2) Eficiencia de recogida: 99.99%
- 3) volumen del aire: De 1000m<sup>3</sup>/h a 1000000m<sup>3</sup>/h.
- 4) Temperatura del mango: temperatura ambiental a 300 grados.
- 5) emisiones de polvo: <10 mg/m<sup>3</sup>

#### Ventaja:

- 1 Gran capacidad de limpieza, alta eficiencia de eliminación de polvo, baja concentración de emisiones, baja tasa de fugas de aire, bajo consumo energético, bajo consumo de acero, área baja, funcionamiento estable y fiable.
2. La funda adopta un diseño hermético, buen rendimiento de sellado, excelente material de sellado para puerta de inspección, detección de fugas de aire.
3. Los conductos de entrada y salida de aire están dispuestos de forma compacta y la resistencia al flujo de aire es pequeña.
4. El diseño fuera de línea puede hacer que la bolsa de filtro y la válvula utilicen una vida útil doble.
5. El diseño en el equipo no es necesario cuando se realiza el mantenimiento.

#### Parámetro sobre colector de polvo de bolsa

Se requiere diseño de colector de polvo de bolsa	El volumen de aire	M3/h	1 000 ~ 1 000 000
	Entrada de aire de temperatura	°C	≤300
	Entrada de aire de la	G/Nm <sup>3</sup>	100
Parámetro de diseño del colector de polvo de la bolsa	Bolsa de filtro	G/m <sup>2</sup>	500 ~ 950
	Método de limpieza	Comprimir aire pulso	Online/offline
	Salida de aire de la	Mg/Nm <sup>3</sup>	10
Bolsa de polvo de accesorios	Sistema de control	Armario de control	Siemens u otras marcas famosas
	Ventilador	Kw	Depende de la presión y el volumen del aire
	Ceniza de descarga	/	Transportador de tomillo, válvula giratoria, válvula de martillo pesado



## Anexo n° 23: Ficha técnica de tamiz o zaranda.

### TAMIZ GLS-1020

El tamiz de probabilidad de la serie GLS de gran venta para el mortero de clasificación es un equipo de tamizado nuevo y eficiente, que lleva una pista lineal de su movimiento de la caja de pantalla. Esta serie es un modelo exitoso gracias a la combinación orgánica de la teoría de la probabilidad con la práctica de ingeniería. La pantalla de probabilidad tiene un rendimiento casi perfecto debido a su concepto de diseño totalmente novedoso y a su estructura única y a sus principios de proyección para que haya una perspectiva amplia para su aplicación.

La pantalla de alta frecuencia de la serie GLS está diseñada con total demostrabilidad y máxima optimización, además de la introducción de las técnicas avanzadas de Alemania y España y otros países, así como la consideración integral de las condiciones en ¿nuestro propio país? En comparación con la máquina de uso común, Esta serie tiene una gran eficiencia de cribado.

DETALLES:

#### Los parámetros técnicos

Modelo	Tamaño	CAPA	Poder (KW)	De malla de pantalla de tamaño	Tamaño de las partículas	La capacidad de
GLS-1020	1500*2700*2600		1,5*2	30 ~ 0,6	1-2 mm	> 10

Tipo:	Lineal	Uso:	Las partículas de proyección
Lugar del origen:	Henan, China	Marca:	Gaofu
Voltaje:	220V/380V/440V	Dimensión (L*W*H):	1500*2700*2600mm
Peso:	1700kg	Certificación:	ISO9001:2008
Garantía:	1 año	Servicio postventa...	Apoyo en línea, Video de apoyo técnico
Después de serv...	Ingenieros disponibles al servicio de máquinas en el extran...	Material:	De acero al carbono
Palabra clave:	Venta caliente probabilidad tamiz	Motor:	Dos Motor de vibración
Color:	Gris u otros	(S) Capa (s):	1-3Layers
Personalización:	Aceptar	La capacidad de:	> 10 t/h
Materiales granul...	30-0,6mm	Fase:	Fase 3/opcional



## Anexo n° 24: Ficha técnica de Condensador

### Ficha Técnica de Condensador evaporativo de refrigeración VXC

El condensador evaporativo ofrece un gran rendimiento para una amplia gama de requisitos de temperatura y de evacuación de calor, se puede instalar en interior y minimizar los niveles sonoros, están diseñados para que quepan en un contenedor estándar para minimizar los costes de flete marítimo. Ocupa un espacio mínimo, ofrece un funcionamiento fiable durante todo el año y es ideal para aplicaciones sensibles al ruido.

#### DETALLES TECNICOS:

Lugar del origen:	Shandong, China	Marca:	Condensador evaporativo de amoníaco en nevera Heng
Tipo:	Condensador	Uso:	Refrigerador de amoníaco condensador evaporativo
Certificación:	CTI... BV ISO	Garantía:	1 año
Servicio postventa...	Libre de espaa a, La instalación de campo y puesta en marc...	Amoníaco conden...	Condensador evaporativo de refrigeración de mejor venta p...
Condensador eva...	Acero inoxidable/chapa de acero recubierta de aleación de ...	Estructurales prov...	Acero Bao (Bolsa de Shanghai: 600019)
Boquilla de materi...	ABS	Centro de Diseño:	Centro Nacional de intercambio de calor (en la Universidad ...
El agua que fluye ...	0.001%	Anti-corrosión de ...	El zinc de la explosión de calor en general
Amoníaco conden...	Ventilador de baja velocidad, amortiguación de ruido	Mantenimiento:	Con puerta de acceso y escalera
Motor de la bomb...	Clase de protección IP54, clase de aislamiento F		

Condensador evaporativo componentes principales	
Bobina	Hecho de tubos de acero sin costura de alta calidad. La unidad de bobina está completamente galvanizada para mejorar la capacidad de resistencia a la corrosión y ampliar el tiempo de servicio. Las bobinas también se pueden hacer con acero inoxidable SS-304/316L o cobre rojo T2. La presión máxima alcanza 32 MPa.
Bomba de Spray	Sellado con sello rotatorio de alta calidad, sin fugas, ciclo de vida útil largo, potencia de caballo pequeño, gran volumen de flujo, bajo ruido y alto rendimiento.
Ventilador	Tipo de flujo de eje de aleación de aluminio
Carcasa	SS-304/316L o placa de aleación de aluminio-zinc importada.
Eléctrica de tratamiento de agua dispositivo	Limpiar el agua del circuito, evitar de forma efectiva la formación de escamas en la superficie de las bobinas y los rellenos de PVC.
Extraíble deriva Eliminador	Material de PVC; asegúrese de que la tasa de pérdida de agua sea inferior al 0.005%
Condensador evaporativo llenar	100% Material Original relleno de PVC, diseño especial con gran efecto de enfriamiento
Poder (kw)	5.2 kw

Capacidad Nominal • kW <sup>2</sup>	2800
Potencia Absorbida • kW <sup>2</sup>	43.8
Caudal de Aire • m <sup>3</sup> /h	169800
Presión Sonora • dB(A) <sup>2</sup>	67
Agua Recirculada • m <sup>3</sup> /h	172
Altura (A) • mm	3780
Longitud (B) • mm	9200
Anchura Ventilador (C) • mm	600
Ventiladores • n <sup>2</sup>	6
Potencia Ventilador • kW/u	5.5
Potencia Bomba • kW	2x2.2
Entrada Gas • °	4x3
Salida Líquido • °	4x2 1/2
Volumen Interno • dm <sup>3</sup>	2740
Peso en Vacío • kg	10200
Peso en Carga • kg <sup>2</sup>	17600



## Anexo n° 25: Ficha técnica de válvula

### FICHA TÉCNICA

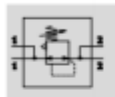
#### Válvula Regulador de presión LRB/LRBS, serie D, ejecución metálica


Marca: Festo

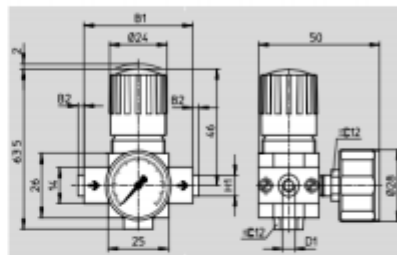
Regular la caudal del gas

DETALLES TECNICOS:

Función




-  Caudal  
1 600 ... 3800 l/min
-  Temperatura  
-10 ... 150 °C
-  Presión de funcionamiento  
1 ... 16 bar



El regulador de presión es apropiado para el montaje en batería con paso del aire de alimentación para crear una batería de regulación de zonas de presión independientes entre sí. La salida de la presión puede ser por delante o por detrás.

- Buenas características de regulación con histéresis pequeña y compensación de presión primaria
- Montaje en batería con paso del aire de alimentación
- Para configurar una batería de regulación de zonas de presión independientes
- Dos márgenes de regulación de la presión: 0,5 ... 7 bar y 0,5 ... 12 bar
- Aseguramiento de los valores ajustados mediante botón giratorio y seguro contra modificaciones involuntarias

Datos técnicos generales				
Tamaño	Mini		Midi	
Conexión neumática 1	...11	...11	...11	...11
Conexión neumática 2	G1/4		G1/4	
Construcción	Regulador de membrana de accionamiento directo con alimentación continua de presión			
Función de regulación	Presión de salida constante, con descarga secundaria, con compensación de la presión de entrada			
Tipo de fijación	Con accesorios Montaje en línea			
Posición de montaje	Indistinta			
Seguridad contra accionamiento involuntario	Botón giratorio con enclavamiento Botón giratorio con cerradura integrada			
Margen de regulación de la presión	[bar]	0,5 ... 7		
		0,5 ... 12		
Histéresis máxima de la presión	[bar]	0,2		
Indicación de presión		G1/8 en preparación		G1/4 en preparación

1) En función de la placa base. La placa base es accesorio y debe pedirse por separado.  Información más  
 2) Importante: Este producto cumple con los estándares ISO 1179-1 e ISO 228-1



## Anexo n° 26: Ficha técnica de tubo de acero.



Tubo de acero

### FICHA TÉCNICA

**PRODUCTO** : TUBO DE ACERO AL CARBONO  
**TIPO** : SCHEDULE 80 - SIN COSTURA (SEAMLESS), Gr. B  
**NORMAS** : ASTM A-53, A-106, API 5L  
**ORIGEN** : CHINA / BRASIL

### TABLA DE MEDIDAS

N.D.	O.D.		SCH 80		WALL THICKNESS		NOMINAL WEIGHT		PSI
	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(kg/mtrs)	(lbs/ft)		
1	3/8"	17.1	0.675	3.20	0.126	0.84	0.74	850	
2	1/2"	21.3	0.84	3.73	0.147	1.62	1.09	850	
3	3/4"	26.7	1.05	3.91	0.154	2.20	1.47	850	
4	1"	33.4	1.32	4.55	0.179	3.24	2.17	850	
5	1 1/4"	42.2	1.66	4.85	0.191	4.47	3.00	1900	
6	1 1/2"	48.3	1.90	5.08	0.200	5.41	3.63	1900	
7	2"	60.3	2.375	5.54	0.218	7.48	5.02	2500	
8	2 1/2"	73.0	2.875	7.01	0.276	11.41	7.66	2500	
9	3"	88.9	3.500	7.62	0.300	15.27	10.25	2500	
10	4"	114.3	4.500	8.56	0.337	22.32	14.98	2800	
11	5"	141.3	5.563	9.52	0.375	30.94	20.78	2800	
12	6"	168.3	6.625	10.97	0.432	42.56	28.57	2740	
13	8"	219.1	8.625	12.70	0.500	64.64	43.39	2430	
14	10"	273.0	10.750	15.09	0.594	95.97	64.43	2320	

#### CARACTERÍSTICAS:

- Presentación en Largos de 6 mts (Simples) o 12 mts.(Dobles)
- Extremos Biselados ó Planos
- Grado B
- PSI de Tabla según norma A53 de prueba hidrostática.

#### TOLERANCIAS:

- Espesor: No menor a 12.5% del espesor nominal (Ver Tabla)
- Peso: +/- 10% del Peso nominal (Ver Tabla)
- Diámetro Exterior: Para tubos <= 1 1/2" (N.D) el O.D → +/- 1/64 inch (0.40 mm)
- Diámetro Exterior: Para tubos >=2" (N.D) el O.D → +/- 1% de la Tabla
- Largos Simples (Single-random lengths) entre 4.88 mt. a 6.71mt.
- Largos Doble (Double-random lengths), encima de 6.71 mt. con un promedio no menor a 10.67 mt.

#### USOS:

- ASTM A53, Tubos para la conducción de fluidos y gases principalmente, uso en los sectores petroquímicos, pesca, minería, sistemas contra incendio e industria en general.
- ASTM A106, Tubos para servicios de altas temperaturas.
- API 5L, Tubos de línea para la industria Petrolera.

## Anexo n° 27: Ficha técnica de filtro para agua.

### FICHA TÉCNICA DE FILTRO MULTIMEDIA PURIFICADOR DE AGUA

Este filtro está diseñado para poder filtrar sólidos suspendidos en el agua por medio de varias capas de medios filtrantes de más grueso a más fino. Este diseño hace que las partículas más grandes queden atrapadas en las capas superiores y las más pequeñas en las inferiores. Tal diseño maximiza la capacidad de atrapar partículas que pueden ser arenilla, óxidos, orgánicos y sedimentos en general desde 10-15 micrones a más. Los medios filtrantes son seleccionados por densidad y tamaño para que después las partículas acumuladas se puedan retro lavar y auto limpiar de forma automática usando válvulas de última generación.

En este proceso el flujo del filtro se invierte y el agua sucia se va por el drenaje para posteriormente pasar por un enjuague y quedar listo para el servicio. Las válvulas Pentair tienen un controlador digital logix que permite programar el inicio del retro lavado y variar los tiempos. Las válvulas tienen la opción de retro lavar por tiempo o por volumen.

#### Filtro Multimedia



#### Aplicaciones o Usos:

- Filtración para la industria en general como agua para calderas y torres de enfriamiento.
- Filtración de agua para la agro industria, lavados.
- Potabilización de agua de pozo, lagunas y rios.
- Pre - tratamiento de equipos osmosis inversa.
- Filtración de agua para procesos industriales.
- Filtración para procesos de aguas residuales.
- Filtración para plantas de llenado de bidones.

#### Características del filtro:

- Medios filtrantes (antracita, garnet, grava y arena).
- Válvula de control automático, para retrolavar por tiempo o volumen.
- Tanque de polietileno reforzado con fibra de vidrio, de gran resistencia a la corrosión.
- Presión de operación 30 psi.

#### Datos de Diseño

Datos de Diseño		
Velocidad de filtración	5 - 17gpm/ft <sup>2</sup> sección	(Basado en datos del fabricante de medios filtrantes)
Velocidad de retrolavado	15 - 20gpm/ft <sup>2</sup> sección	(Basado en datos del fabricante de medios filtrantes)

#### Tabla de especificaciones


MODELO	CAPACIDAD (PIE3)	DIMENSIONES TANQUE	VÁLVULA	PESO	CONEXIÓN Ingreso / Salida	FLUJO DE OPERACIÓN (GPM)	
						FLUJO DE SERVICIO 5gpm/ft <sup>2</sup>	FLUJO DE SERVICIO 17gpm/ft <sup>2</sup>
MM-15.0	15.0	30 X72	MAGNUM IT	20686	2	24	74

#### Nota:

1. Los flujos de operación depende del tipo de agua y del proceso.
2. Flujo de servicio Para osmosis y alto sedimento (5 a 7 gpm/ft). Para otros usos (14 a 17 gpm/ft).

**Anexo n° 28: Registro de reporte de producción diaria.**

**REPORTE DE FORMADO**



FECHA 1/26/12 / 119 SECADERO 10  
 TIPO DE LADRILLO Pandeleta

COCHE	HORA	INCIDENCIAS	COCHE	HORA	INCIDENCIAS	COCHE	HORA	INCIDENCIAS
1	8:11	Falva saturada	81	07:03		101		
2	8:16		82	2:02	Alambres	102		
3	8:22		83	2:11		103		
4	8:27	Alambres	84	2:15		104		
5	8:35		85	2:25		105		
6	8:38		86	2:25	Alambres	106		
7	8:43		87	2:30		107		
8	8:44		88	2:36		108		
9	8:54		89	2:40		109		
10	9:00		90	2:44		110		
11	9:04	parte hierro	91	2:49		111		
12	9:12		92	2:54		112		
13	9:17		93	2:59		113		
14	9:24	tierra / parte clavados	94	3:03		114		
15	9:59	malogrado 1	95	3:07		115		
16	10:00		96	3:12		116		
17	10:05		97	3:16		117		
18	10:10		98	3:20		118		
19	10:18		99	3:27	falva saturada	119		
20	10:25		100	3:35	calles de molde	120		
21	10:30	Ref. 81	101	3:59	molde	121		
22	10:45		102	4:06		122		
23	10:49	de ovosada	103	4:10		123		
24	10:59	(carata)	104	4:15	Falva saturada	124		
25	11:03		105	4:24		125		
26	11:08		106	4:28		126		
27	11:13		107	4:33		127		
28	11:17		108	4:40		128		
29	11:20	parte hierro	109	4:44		129		
30	11:30		110	4:48		130		
31	11:35		111	4:52		131		
32	11:41		112	4:58		132		
33	11:46		113	5:04	Laminador 2	133		
34	11:50		114	5:11	Securado	134		
35	11:54		115	5:22		135		
36	11:58		116	5:28		136		
37	12:02		117	5:34		137		
38	12:06		118			138		
39	12:11		119			139		
40	12:16		120			140		
41	12:21		121			141		
42	12:25		122			142		
43	12:30		123			143		
44	12:33		124			144		
45	12:38		125			145		
46	12:42		126			146		
47	12:46		127			147		
48	12:51		128			148		
49	12:55		129			149		
50	12:59		130			150		

**PRODUCCION DIARIA**

Millares 26100  
 Toneladas humedas 62.64

**CALIBRACION DE MOLDE**

ITEM	HORA	OBSERVACIONES
1	8:40	Ar. tonomatado BPP
2	7:00	Cambiar dados de ladrillo Pandeleta muy pesados

**MEDIDAS DEL LADRILLO**

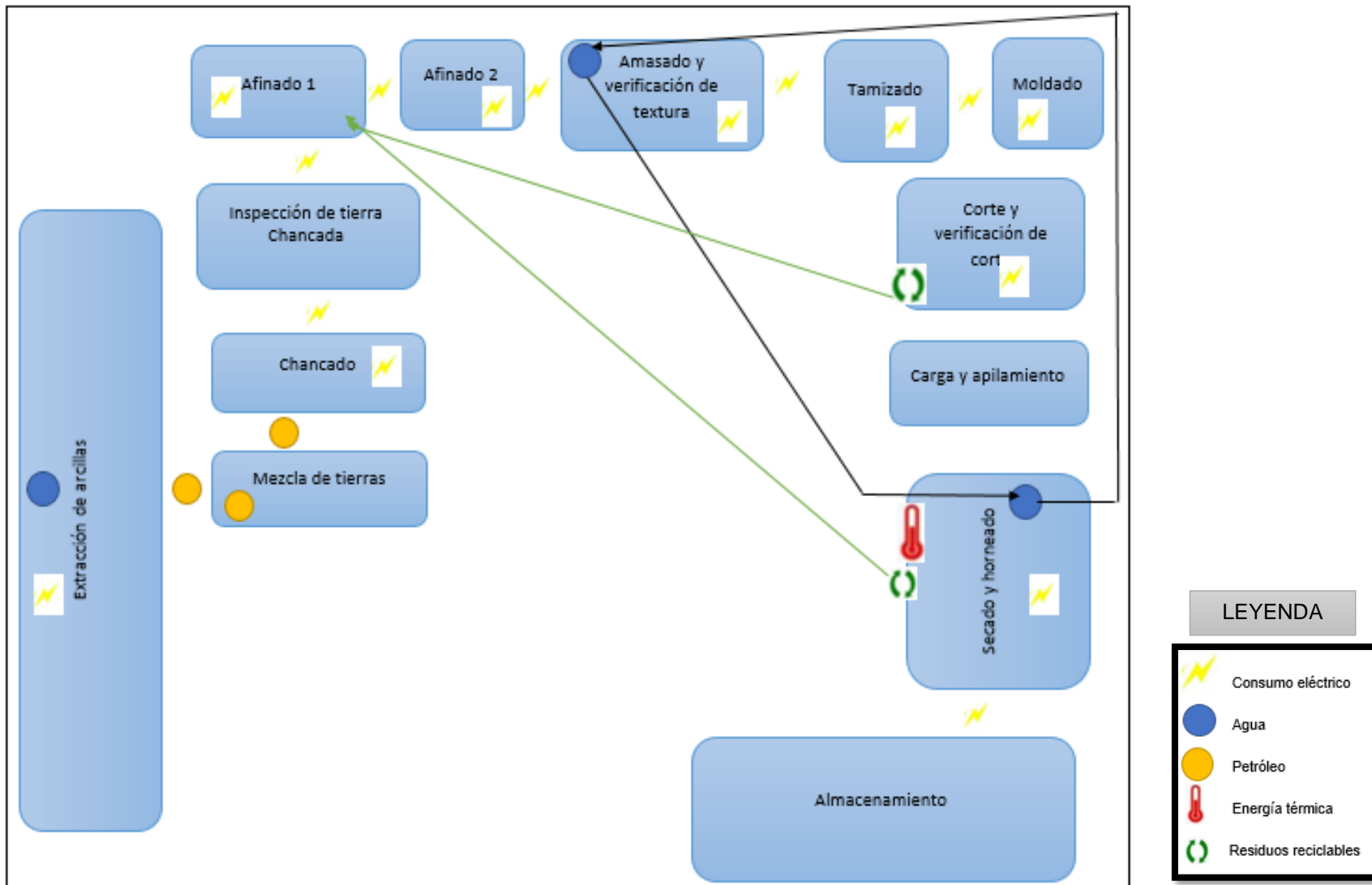
LARGO	ANCHO	ALTO	PESO
22.8	11.7	9.3	2.506
22.8	11.6	9.2	2.457
22.7	11.8	9.2	2.438
22.8	11.7	9.3	2.512

**RENDIMIENTO DE ESTRUSORA**

N° LADRILLOS POR MINUTO	HORA	TN/HORA	OBSERVACIONES
32	8:47	10.584	Vaca 21 - Aump 106.4
64	10:02	9.408	Vaca 20 - A-r 114.4



Anexo n° 29: Eco mapa propuesto para el proceso de fabricación de ladrillo en la empresa CECAJ S.R.L.



## Anexo n° 30: Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	Diseño de la investigación
		Objetivo General		Variable independiente		Tipo de investigacion
		Diseñar un plan de producción más limpia para mejorar los procesos de fabricación de ladrillo en la empresa CECAJ S.R.L- Cajamarca 2020.	Al diseñar y proponer el plan de producción más limpia, mejorará los procesos en la empresa CECAJ S.R.L. 2020.	Estrategias de Producción Más Limpia	Produccion Eficiencia . Productividad.	Investigación Aplicada, Pre experimental, Explicativa, Cuantitativa
		Objetivos especificos		Variable Dependiente		Materiales
“DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LADRILLO EN LA EMPRESA CECAJ S.R.L.- 2020”	¿De qué manera el diseño de un plan de PML (Producción Más Limpia) mejorará los procesos de fabricación de ladrillo en la empresa CECAJ S.R.L. 2020?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosticar los procesos en base a la producción más limpia.</li> <li>• Diseñar la propuesta de mejora en base a la producción más limpia para la fabricación de ladrillos, calcular los indicadores de la mejora del proceso.</li> <li>• Realizar una evaluación económica financiera de la propuesta de mejora en los procesos de fabricación de ladrillos con la aplicación del plan de producción más limpia.</li> </ul>		Mejora de Procesos de fabricacion de Ladrillo	Consumo de Agua. Consumo de Energía Eléctrica Consumo de Combustible Ladrillos defectuosos Consumo de aserrín Consumo de gas natural	Laptop, Hojas Bond A4, Impresora, Lapiceros, USB, Zapatos de seguridad, Casco de seguridad, Lentes de seguridad, Respirador  Instrumentos Técnica: Observacion/ Instrumento: Lista de Chequeo,Técnica: Entrevista/ Instrumento: Guia de entrevista. Técnica: Observación/ Instrumento: Guia de verificaciion/Análisis Documental: Registros.  Metodos Metodologia PML, mejoras en base a las estrategias de la PML, Circuito cerrado de uso de agua, Implementacion de maquinaria, Sustitucin de insumos y recursos, Optimizacion del proceso, minimizacion de produccion defectuosa, se usaron indicadores como carta de control p, balance de masas, diagrama de flujo, produccion, eficiencia, productividad, y los consumos de recursos

**Anexo n° 31: Mapa del funcionamiento del proceso de fabricación de ladrillo propuesto.**

