

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTION DE PRODUCCION, CALIDAD, MANTENIMIENTO Y MEDIOAMBIENTAL DE UNA LADRILLERA PARA INCREMENTAR SU RENTABILIDAD”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

Autor:

Enrique Eduardo Lázaro Lázaro

Daniel Alonzo Díaz Vereau

Asesor:

Ing. Mg. Avendaño Delgado, Enrique Martin

Trujillo - Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Enrique Martin, Avendaño Delgado docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Lázaro Lázaro, Enrique Eduardo
- Díaz Vereau, Daniel Alonzo

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “Propuesta de mejora en la gestión de producción, calidad, mantenimiento y medioambiental de una ladrillera para incrementar su rentabilidad” para aspirar al título profesional de: Ingeniero Industrial por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Mg. Enrique Martin, Avendaño Delgado
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Lázaro Lázaro, Enrique Eduardo y Díaz Vereau, Daniel Alonzo para aspirar al título profesional con la tesis denominada: “Propuesta de mejora en la gestión de producción, calidad, mantenimiento y medioambiental de una ladrillera para incrementar su rentabilidad”

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Mg.
Jurado
Presidente

Mg.
Jurado

Mg. Jurado

DEDICATORIA

Dedicamos nuestra tesis principalmente a Dios, por iluminarnos y estar a nuestro lado en todo momento.

A nuestros padres y familiares por la ayuda desinteresada en todo momento y a nuestros amigos que de una u otra manera nos han apoyado, gracias por llevarnos a cumplir una de nuestras metas.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres quienes a lo largo de toda nuestra vida nos han apoyado y motivado en nuestra formación personal y académica.

A nuestros profesores a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias por su paciencia y enseñanza.

A esta prestigiosa universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como profesionales líderes.

Índice de Contenidos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática	2
1.1.1. Antecedentes.	21
1.1.1.1. Antecedentes Internacionales.....	31
1.1.1.2. Antecedentes Nacionales.....	33
1.1.1.3. Antecedentes Locales	35
1.1.2. Base Teórica.	26
1.1.2.1. Ladrillo.....	26
1.1.2.2. Arcilla.....	29
1.1.2.3. Despliegue de la función calidad (La Casa de la Calidad)	31
1.1.2.4. MRP.....	33
1.1.2.5. Método de Aproximación de Vogel	36
1.1.2.6. Gestión ambiental	37
1.1.2.7. Mantenimiento Preventivo.....	37
1.2. Formulación del problema.....	38
1.3. Objetivos.....	38
1.3.1. Objetivo general.....	38
1.3.2. Objetivos específicos.....	39
1.4. Hipótesis.....	39
1.4.1. Hipótesis general.....	39
1.5. Justificación.....	39
1.5.1. Justificación teórica	39
1.5.2. Justificación práctica	40
1.5.3. Justificación valorativa	40
1.5.4. Justificación académica	40
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	41

2.1. Tipo de Investigación	42
2.2. Métodos	42
2.3. Procedimientos.....	43
2.3.1. Diagnóstico de la Realidad Actual.....	43
2.3.1.1. Generalidades de la Empresa:.....	43
2.3.1.2. Diagnóstico del Área problemática.....	45
2.3.1.3. Priorización de causas raíces.	46
2.3.1.4. Identificación de indicadores.	47
2.3.2. Solución propuesta	48
2.3.2.1. Descripción de Causas	48
2.3.2.2. Monetización de Pérdidas por causa raíz	51
2.3.3. Evaluación económica	76
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	78
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	83
4.1. Discusión	84
4.2. Conclusiones	85

Índice de Tablas

Tabla 1. Ladrilleras en Trujillo	5
Tabla 2. Composición del humo por combustión de llantas	12
Tabla 3. Emisión de contaminantes por hornada	12
Tabla 4. Ventas Ladrillera Josselyn en el periodo Set 2017 – Ago 2018.....	17
Tabla 5. Ventas perdidas Ladrillera Josselyn en el periodo Set 2017 – Ago 2018.....	18
Tabla 6. Fletes por millar y carga asignada por transportista.....	20
Tabla 7. Carga asignada por transportista año 2017 (en millares)	20
Tabla 8. Variables	42
Tabla 9. Priorización de las Causas Raíz de la problemática del	46
Tabla 10. Matriz de Indicadores del EIRL.....	47
Tabla 11. Carga asignada por transportista año 2017 (en millares)	48
Tabla 12. Costo de flete por transportista 2017.....	49
Tabla 13. Fletes por millar y carga asignada por transportista.....	51
Tabla 14. Carga asignada por transportista año 2017 (en millares)	51
Tabla 15. Carga asignada por transportista año 2017 (en soles)	52
Tabla 16. Costo de producción de ladrillos Josselyn.....	53
Tabla 17. Datos generales del sistema	54
Tabla 18. Pérdida de calor por las paredes.....	55
Tabla 19. Cuantificación de la deficiencia de aislamiento	55
Tabla 20. Nivel de contaminación con Azufre	56
Tabla 21. Emanación de SO ₂	56
Tabla 22. Fletes por millar y carga asignada por transportista.....	57
Tabla 23. Nuevo cálculo de flete.....	57
Tabla 24. Carga asignada por transportista con método Voguel (en millares)	58
Tabla 25. Carga asignada por transportista con Método Voguel	58
Tabla 26. Detalle de costo para elaborar la lista de materiales.....	59

Tabla 27. Bill of materials de 1 ladrillo fabricado por Josselyn	59
Tabla 28. Ventas Agosto 2016 - Setiembre 2018.....	60
Tabla 29. Proyección Setiembre 2018- agosto 2019 en millares de ladrillos.....	63
Tabla 30. Archivo maestro de materiales	63
Tabla 31. MRP Ladrillos Josselyn.....	64
Tabla 32. Controles propuestos.....	68
Tabla 33. Comparación entre emisiones de S.....	75
Tabla 34. Flujo de caja proyectado.....	76
Tabla 35. Estado de Resultados 2017 vs. 2018	85

Índice de Figuras

Figura 1. Balance de masa de ladrillos	6
Figura 2. Llenado en moldes	8
Figura 3. Secado de adobes a la intemperie.....	9
Figura 4. Autores junto al horno	9
Figura 5. Túneles para favorecer la combustión	10
Figura 6. Diagrama de Gantt de las actividades para fabricar ladrillos Josselyn	11
Figura 7. Instalaciones de Ladrillera Josselyn	14
Figura 8. Mermas.....	15
Figura 9. Alabeo del ladrillo por calor mal distribuido.....	16
Figura 10. Ventas Ladrillera Josselyn en el periodo Set 2017 – Ago 2018	17
Figura 11. Mapa del valor actual de fabricación de ladrillos	19
Figura 12. Organigrama de la empresa	43
Figura 13. Layout actual	44
Figura 14. Diagrama de Ishikawa del EIRL.....	45
Figura 15. Diagrama de Pareto de problemática	46
Figura 16. Comportamiento de las ventas en el periodo estudiado.....	61
Figura 17. Probabilidad de ocurrencia de Fenómeno El Niño 2019	61
Figura 18. Ventas mayo 2017 - agosto 2018	62
Figura 19. Casita de la Calidad de Ladrillos Josselyn.....	66
Figura 20. Check list de ladrillos Josselyn	72
Figura 21. Filtrado de aceite propuesto para Ladrillera Josselyn	73
Figura 22. Costo anual de fletes.....	79
Figura 23. Ventas perdidas por rotura de inventarios	79
Figura 24. Ladrillos de segunda 2017 vs 2018	80
Figura 25. Consumo de Combustible por hornada	80

Figura 26. Emisión de azufre 2017 vs 2018..... 81

Figura 27. Mapa de Valor Futuro de la Producción de la Ladrillera Josselyn 85

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal el incremento de la rentabilidad de la ladrillera Josselyn.

En primera instancia se realizó un diagnóstico general de la situación actual de la empresa para cada área de estudio. Seleccionando las áreas de producción, calidad, mantenimiento y medio ambiente.

Una vez culminada la identificación de los problemas, se procedió a redactar el diagnóstico de la empresa, en el cual se tomó en cuenta todas las problemáticas que se evidenciaron con el fin de demostrar que estas variables tenían influencia sobre la rentabilidad de la empresa.

Posteriormente se realizó la priorización de las causas raíces mediante el diagrama de Pareto para dar paso a determinar el impacto económico que genera en la empresa estas problemáticas representado en pérdidas monetarias.

Es así, que se determinó proponer la implementación de las siguientes herramientas y metodologías: Método del transporte de Vogel, pronóstico de ventas, Casita de Calidad, MRP, que fueron evaluadas económica y financieramente.

Finalmente, con la información recolectada a través del diagnóstico, se presenta un análisis de resultados con datos cuantitativos para corroborar el logro del objetivo planteado por los autores en la presente tesis.

Palabras clave: producción, calidad, mantenimiento, medio ambiente, rentabilidad, ladrillera

ABSTRACT

The main objective of this work was to increase the profitability of the Josselyn brickyard.

In the first instance, a general diagnosis was made of the current situation of the company for each study area. Selecting the areas of production, quality, maintenance and environment.

Once the identification of the problems was completed, the diagnosis of the company was drafted, taking into account all the problems that were evidenced in order to demonstrate that these variables had an influence on the profitability of the company.

Subsequently, the prioritization of root causes was carried out using the Pareto diagram to make way for determining the economic impact generated in the company by these problems represented in monetary losses.

Thus, it was determined to propose the implementation of the following tools and methodologies: Vogel transport method, sales forecast, Quality Casita, MRP, which were evaluated economically and financially.

Finally, with the information collected through the diagnosis, an analysis of results with quantitative data is presented to corroborate the achievement of the objective proposed by the authors in this thesis.

Keywords: production, quality, maintenance, environment, profitability, brickwork

CAPÍTULO 1. **INTRODUCCIÓN**

1.1. Realidad Problemática

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española consigna que el ladrillo es una “Masa de arcilla, en forma de paralelepípedo rectangular, que, después de cocida, sirve para construir muros, solar habitaciones, etc.

Un ladrillo es una pieza cerámica, en forma de paralelepípedo, obtenida por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa, de dimensiones variadas, que se emplea en albañilería para la ejecución de muros y tabiques”.

“Los ladrillos son utilizados como elemento para la construcción desde hace unos 11 000 años. Se documentan ya en la actividad de los agricultores del neolítico precerámico del Levante Mediterráneo hacia 9500 a. C., ya que en las áreas donde levantaron sus ciudades apenas existía la madera y la piedra. Los sumerios y babilonios sus adobes al sol; sin embargo, para reforzar sus muros y murallas, en las partes externas, los recubrían con ladrillos de arcilla cocidos, por ser estos más resistentes. En ocasiones también los cubrían con esmaltes conseguir efectos decorativos. Su difusión en el ámbito mediterráneo se produjo con la expansión del Imperio Romano. Las dimensiones fueron cambiando en el tiempo”.

“La palabra adobe proviene del término árabe al-tub. La materia prima para la conformación y elaboración de ladrillos es la arcilla. Los primeros núcleos de habitación, en los que aparecen construcciones realizadas en material imperecedero, se dan en Mesopotamia (Tell Mureybet y Ali Kosh) en el IX milenio a. C. Se trata de casas rectangulares construidas en tapial (mezcla de tierra, arcilla y elementos aglutinantes) de características muy primitivas. En el VIII milenio a. C. se detectan en Mureybet viviendas edificadas con bloques calcáreos unidos por mortero de arcilla. Simultáneamente, en Ali Kosh aparecen los primeros adobes aunque de muy pequeño tamaño y destinados a conformar depósitos y pequeños almacenes. Estos serán los sistemas de construcción hasta que durante el período de Samarra (año 5500 a. C.) se comiencen a erigir edificios con adobe.

En el año 3000 a. C. aparece el ladrillo cocido (Palacio de Nippur en Mesopotamia), usándose como elemento decorativo y cubrimiento de muros realizados en adobe.

Posteriormente la cultura del imperio romano fue la gran difusora de la construcción en ladrillo. Esta manera de diseñar y construir edificios, casas, templetos, muros, delimitaciones, etc., permitió la edificación de los vastos complejos monumentales del Imperio. Esta tarea hubiera sido muy difícil de completar con cualquier otro material. Por ejemplo, los monumentos erigidos con ladrillo podían ser recubiertos con piedra y estuco para mejorar el acabado. De esta forma, los romanos se convirtieron en los grandes difusores del uso del ladrillo, pues a su accesibilidad se añadía la posibilidad de producir grandes cantidades a corto plazo, con la

consiguiendo reducción de costos y de tiempo. Además, constituían un material muy resistente que podía conseguirse de diversas formas y tamaños”.

La arcilla está compuesta, en esencia, de sílice, alúmina, agua y cantidades variables de óxidos de hierro y otros materiales alcalinos, como los óxidos de calcio y los óxidos de magnesio.

Las partículas de materiales son capaces de absorber higroscópicamente agua hasta el 70% en peso, de agua. Debido a la característica de absorber la humedad, la arcilla, cuando está hidratada, adquiere la plasticidad suficiente para ser moldeada, muy distinta de cuando está seca, que presenta un aspecto terroso.

Durante la fase de endurecimiento, por secado, o por cocción, el material arcilloso adquiere características de notable solidez con una disminución de masa.

“La Asociación Ladrillera de Cerámicos del Perú (ALACEP) iniciará sus actividades gremiales, con el propósito de difundir las bondades del ladrillo cerámico.

Esta asociación está conformada por Ladrillos Lark, Ladrillera El Diamante, Ladrillos Fortes, Pirámide y Ladrillos Maxx; que son empresas formales y con productos de reconocida calidad. Precisa también esta nota del diario, que la industria está compuesta por cerca de 2,000 ladrilleras, distribuidas en igual proporción entre Lima y el resto de los departamentos, siendo las regiones de la costa las que lideran como Trujillo, Chiclayo, Arequipa e incluso Cusco y Tacna. De todas estas, solo el 20% son formales.

Entre los objetivos del gremio está el difundir las bondades del ladrillo cerámico; fomentar el cuidado del medio ambiente en el sector ladrillero; así como ayudar a ser sostenibles a ladrilleros artesanales.

Para formar parte de la ALACEP la empresa debe formalizarse, es decir debe tener RUC, tener el diagnóstico de impacto ambiental, todo el personal debe estar inscrito en planilla y debe tener una cartera de ventas organizadas. La intención de esta organización es trabajar con los ministerios para acompañar con las mejoras tecnológicas a las empresas más pequeñas.

Actualmente Lima Metropolitana consume en promedio 10,000 toneladas diarias de ladrillos – según Alacep - que se dirigen a satisfacer la demanda de vivienda, habiéndose tomado como base de cálculo el total de inmuebles construidos. Igual cantidad la consumen el resto de las regiones. Esto equivale a 3,500 millares diarios consumidos, tanto en Lima como en el resto del país.

La meta de Alacep es que la formalidad crezca a una tasa de 10% anual en este rubro que genera más de 300 mil puestos de trabajo e impulsarlo a hacer productos de mayor valor agregado, como por ejemplo, ladrillos decorativos”. (URL #003)

“Otro punto importante que afecta el desarrollo de las ladrilleras artesanales, es la falta de consideración de los riesgos; no analizan los riesgos internos ni muchos menos los riesgos externos o de mercado. En los riesgos internos está la falta de planeación, organización, dirección, coordinación y control de los recursos de la empresa; los cuales tienen que ponderarse para facilitar el desarrollo empresarial. En cuanto a los riesgos externos no ponderados están las fluctuaciones del tipo de cambio, la inflación, la competencia feroz de grupos nacionales e internacionales, las medidas del gobierno, etc. todo lo cual configura una deficiencia en las decisiones sobre riesgos que afecta el desarrollo de las ladrilleras artesanales”.

La fabricación de ladrillos se puede realizar mecánicamente, como lo hacen las empresas que lideran la Alacep. Para ello utilizan maquinaria para la selección y acondicionamiento de la arcilla; para el moldeo; secado y su posterior cocción en hornos continuos.

Su proceso comienza con la trituración y homogenización de la arcilla y arena, con el uso de un molino de gusano, que deja el material sin grumos. Seguidamente reposa en la intemperie, para que se realice la descomposición de la materia orgánica que está presente y permite la purificación química y biológica del material, quedando completamente inerte y estable a posteriores transformaciones mecánicas o químicas.

Luego pasa por una máquina Rompe-terrones que reduce drásticamente el tamaño de los grumos. Seguidamente otra máquina, discrimina las piedras de la arcilla. A continuación, está pasa por un tren de rodillos dentados que tritura los terrones de mayor tamaño y finalmente, unos rodillos lisos la refinan a menos de 2 mm de granulometría.

El material refinado es depositado bajo techo donde reposa para estabilizarse y homogeneizarse. De aquí se transporta con una banda hasta la máquina mezcladora, donde se le incorpora agua y con movimiento rotativo, se forma la masa que será inyectada por un extrusor con calefacción, que formará un bastón continuo de masa que luego es cortado cíclicamente por un arco de alambre acerado tenso, formando los adobes terminados.

Estos adobes son colocados ordenadamente, dejando espacios entre las filas, dentro de una cámara de secado con control de humedad, donde reciben una inyección de aire caliente seco.

A continuación, son alimentados a un horno de túnel, que en algunos casos pueden llegar a medir hasta 120 m de longitud, y donde la temperatura de la zona de cocción oscila entre

900 °C y 1000 °C. En el interior del horno, los adobes se colocan en carros que van avanzando dentro del túnel y van saliendo por el otro extremo cuando estén cocidos.

Finalmente, los ladrillos ya cocidos, se enfrían por medio ambiente, durante 72 horas.

En la provincia de Trujillo existen 27 ladrilleras artesanales, distribuidas por distrito, de la siguiente manera.

Tabla 1.

Ladrilleras en Trujillo

Distrito	Ladrilleras
Trujillo	11
Moche	4
El Porvenir	4
La Esperanza	3
Laredo	2
Florencia de Mora	1
Huanchaco	1
Víctor Larco Herrera	1

Fuente: Dirección Regional de Producción La Libertad - Sub dirección de Industrias

En la ladrillera Josselyn - donde realizamos el presente trabajo y es una de ellas- este proceso es artesanal. Su administrador es el señor Miguel Castañeda Delgado, quien tiene más de 40 años de experiencia en esta actividad. Lo apoyan directamente operarios de su más cercano entorno familiar.

La arcilla proviene de yacimientos de Magdalena de Cao. La arena la consiguen de saldos de construcciones, que son recolectados por los trasportistas. En general las arcillas se clasifican en calcáreas y no calcáreas. Las arcillas calcáreas contienen carbonato de calcio y producen ladrillos de color amarillento. Las arcillas no calcáreas contienen óxidos de hierro y producen ladrillos de color rojo. La ladrillera Josselyn emplea esta última.

El agua se extrae de un pozo que está dentro de los linderos de la ladrillera.

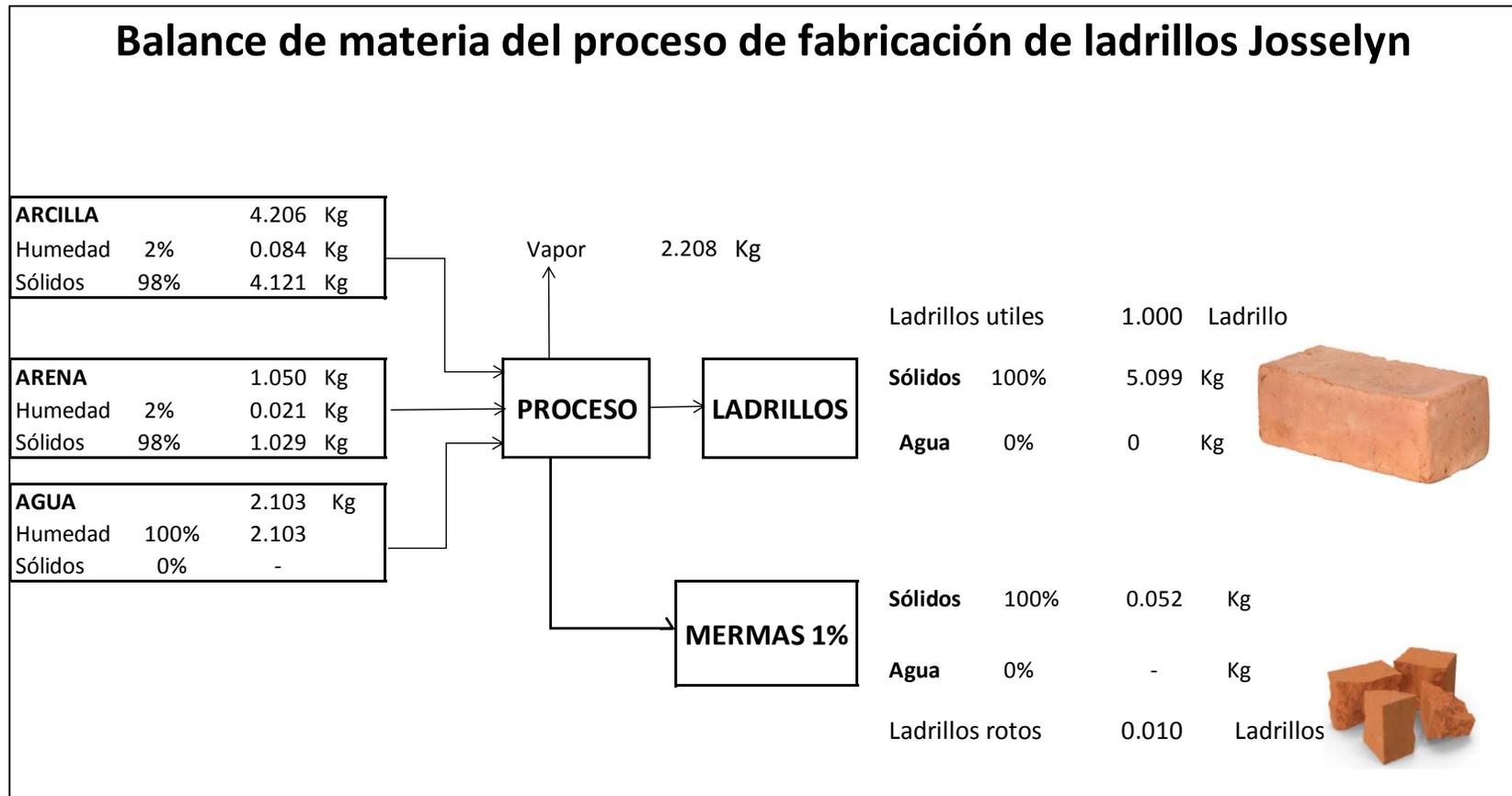


Figura 1.

Balance de masa de ladrillos

Elaboración propia

1. **Cernido:** se eliminan las piedras, tirando la arcilla con lampa contra una malla de 40 mm de luz. Ahora está lista para la siguiente etapa. Se emplean 6 operarios durante 8 horas.
2. **Mojado:** Considerando que una carretillada de tierra pesa 90 Kilos y una de arena, 70 kilos, se distribuirá 45 carretilladas de tierra y 16 carretilladas de arena, formando una cavidad central, donde pueda retenerse y distribuirse 4,000 litros de agua. Se usa 40% de agua sobre el peso de la arcilla más la arena y queda en reposo 24 horas.

La cantidad de agua se ajusta según el criterio del operario. Por motivos obvios no verifican la absorción de la arcilla, que es la capacidad de esta de retener el líquido y que puede variar entre lotes. Tampoco verifican la humedad con la que llega esta tierra y que también es cambiante. Solo se basan en la experiencia del operario.

Eventualmente la mezcla puede resultar más o menos hidratada. Esta falta de estandarización, recién se observa luego del horneado y repercute en que la calidad de ladrillo no sea estable. Con unas pruebas sencillas de absorción y humedad, podrían resolver esta debilidad.

3. **Picado:** Se revuelve con lampa la mezcla humectada y seguidamente un hombre procede a pisarlo fuerte y rápido con los pies descalzos, buscando reducir el tamaño de los terrones. Luego la masa batida reposa 18 horas.
4. **Moldeado:** Se utiliza un molde de madera de 10 cavidades para igual número de ladrillos. El operario previamente humedece este molde y le añade arena para facilitar la expulsión de los bloques. Lo llena homogéneamente con la masa de cerámica, evitando se formen bolsas de aire y seguidamente lo retira del suelo, dejando los adobes frescos ordenados en filas. Observamos que este proceso toma 1 minuto por moldeado, desde que es cargado hasta que se desmolda.



Figura 2.

Llenado en moldes

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a ello, la arcilla de una volquetada se moldea en 6 horas aproximadamente.

5. **Secado:** los adobes quedan expuestos al medio ambiente durante 96 horas, reduciéndose gradualmente la humedad hasta tener 5% aproximadamente.

Un secado muy rápido puede rajar las unidades, y un secado muy incompleto puede impedir el buen cocimiento y causar alabeo o curvado del ladrillo que sucede cuando la superficie se seca y el núcleo todavía se encuentra en estado plástico.



Figura 3.

Secado de adobes a la intemperie

Fuente: Elaboración propia

6. **Carguío y cocción:** Se emplea un horno con capacidad para 80 millares de ladrillos, que genera calor con la quema de cisco de carbón. Está bastante deteriorado, tiene múltiples rajaduras por donde fuga calor.



Figura 4.

Autores junto al horno

Fuente: Elaboración propia

El carguío se efectúa colocando en la parte inferior del horno, las primeras rumas de adobes que están más secos y en la parte superior, las rumas más frescas, con la finalidad de completar su secado, antes de la cocción de manera homogénea. La cámara del horno tiene 6.5 x 6.5 x 5.5 metros, de largo, ancho y altura respectivamente, donde entran ordenadamente 80,000 ladrillos de 23 x 13 x 9 cm y 5.1 Kilos de peso unitario.

Entre cama y cama de ladrillos se esparce de manera homogénea aproximadamente 10 mm de cisco. Como el área útil es 42.25 M², se levantan 40 camas y la densidad del cisco es 0.6 g/cm³, se emplea 936 Kilos/hornada.

Se dejan túneles llamados hogares para favorecer la combustión. Estos hogares tienen techos en forma de bóveda, obtenidos por la disposición de los propios ladrillos a quemar. Las cuatro primeras hiladas son verticales, las siguientes seis van saliendo progresivamente hasta formar la bóveda.



Figura 5.

Túneles para favorecer la combustión

Fuente: Elaboración propia

Completado el carguío se tapa la puerta del horno arrumando los ladrillos de descarte que abundan en el área de la producción. La parte superior queda libre como chimenea.

Luego se prende fuego a 600 briquetas de carbón por hornada que se ubican en los hogares del horno.

El proceso y sus tiempos los detallamos en el siguiente diagrama de Gantt.

Tabla 2.

Composición del humo por combustión de llantas

Elemento	Contenido	Unidad
C	70	%
Fe	16	%
H	7	%
O	4	%
Oxido de Zn	1	%
S	1	%
N ₂	0,5	%
Acido esteárico	0,3	%
Halógenos	0,1	%
Cd	10	mg/Kg
Cr	90	mg/Kg
Ni	80	mg/Kg
Pb	50	mg/Kg

Fuente: Etra, European Tyre Recycling Association, 2011

Considerando que se queman 300 kilos de llantas por hornada la emisión de los principales contaminantes es:

Tabla 3.

Emisión de contaminantes por hornada

Carbono	210.000	Kilos
Azufre	3.000	Kilos
Plomo	0.015	Kilos
Nitrógeno	0.024	Kilos

Fuente: Elaboración propia

Al margen del serio atentado contra el medioambiente que significa la quema de llantas, este procedimiento es sancionado por el Tupa del Municipio Provincial de Trujillo. El año en curso la ladrillera fue multada con 1 UIT o S/4,200 por quemar llantas

en el proceso y también con S/4,200, por el impacto visual negativo que significa tener las mermas de producción de manera desorganizada y, la consiguiente reconversión para que cambien de procedimiento de encendido del horno, por otro menos contaminante y para que mitiguen el impacto visual que genera el acumulamiento de ladrillos rotos en el área de trabajo.

“La autoridad municipal no podrá aplicar multas sucesivas por la misma infracción, ni por la falta de pago de una multa; estando impedida, además, de multar por sumas mayores o menores a las establecidas en el Cuadro Único de infracciones y sanciones.

Lo indicado no conlleva la imposibilidad de aplicar conjuntamente con la multa, acciones tendientes a impedir la reiteración en la comisión de la conducta infractora, como la clausura.

Usando un termómetro laser para tomar la temperatura interior verificamos que era cercana a 1000°C, las paredes externas estaban a 95°C en diversos puntos. La temperatura ambiente era 20°C.



Figura 7.

Visita a las instalaciones de la ladrillera

Fuente: Elaboración propia

Por esta deficiencia, el horno está perdiendo 222,753 BTU/Hora, que se traduce en mayor consumo de briquetas y cisco, por un monto de S/4,974 anuales.



Figura 8.
Instalaciones de Ladrillera Josselyn
Fuente: Elaboración propia

Esta ineficiencia del horno, por los motivos antes expuestos, repercute colateralmente en la calidad de los ladrillos. Los ubicados en la parte central del horno están correctamente horneados. Los que están en la base, tienen horneado excesivo, quedando vitrificados y fáciles de romper, además tienen menor capacidad de absorción de agua, por lo que no se adhieren bien con la mezcla de cemento, arena y agua que los une en los tabiques.

Los ladrillos de los estratos superiores, donde la temperatura bordea solo 700°C, resultan con horneado incompleto y con menor resistencia a la compresión.



Figura 9.

Mermas

Fuente: Elaboración propia

Para las unidades de arcilla, la falta de cocción es verificable por la ausencia de sonido metálico al golpearse con un martillo; el exceso de cocción ocasiona superficies vitrificadas y manchas de sales. En estos también se incluyen aquellos ladrillos que presentan un alabeo o arqueado muy visible, debido a que- como el calor no está homogéneamente distribuido, debido entre otras causas a la pérdida de calor que es más patente en unas zonas más que en otras, la base se arquea con los bordes para arriba, formando una “U” suavizada.

Esto podría explicarse porque la base de ladrillo se tracciona por el mayor calor localizado mientras que la superior se comprime porque podría estar un poco más fría.

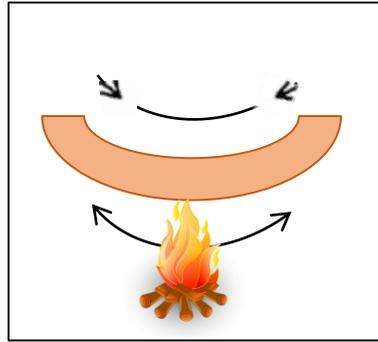


Figura 10.

Alabeo del ladrillo por calor mal distribuido

Este defecto resta resistencia al ladrillo y vuelve irregular la cantidad de mezcla de cemento, arena y agua usada para unirlos en tabiques.

El 20% de la producción se obtiene en estas condiciones, que son fácilmente detectables y que podría minimizarse si existiese Control Estadístico de Calidad. Estos se venden como ladrillos de segunda calidad, al precio de costo. Considerando que el precio de venta del millar de ladrillos es S/350 y su margen de 11.2% o S/39.2, el perjuicio en el margen de utilidad generado por deficiente horneado fue S/6,860

Al momento de vaciar el horno y apilar los ladrillos, se encuentra que hay aproximadamente 1% de rotura. Son piezas que su conformación no es homogénea y sus materiales no fueron debidamente aglomerados durante el batido artesanal del barro, que se realiza con los pies. Esto acarrea un perjuicio anual de S/3,062.

La estacionalidad en la venta de este rubro, la genera eventos catastróficos, como por ejemplo el terremoto de Chíncha en que la demanda y precios se incrementaron súbitamente en más de 50%, producto de la especulación.

También influye en la estacionalidad, la época de lluvias, en la que las ladrilleras disminuyen unilateralmente su producción, porque este fenómeno atmosférico, al incrementar fuertemente la humedad ambiental, incide directamente en el tiempo de secado de los ladrillos y en su deterioro.

Afortunadamente ambos fenómenos, salvo la presencia de El Niño Costero en marzo del 2017 que trajo lluvias intensas e inundaciones, pero por pocos días, no afectaron el negocio de la ladrillera Josselyn.

Ahora, estudios climatológicos, consignados en la edición del diario Gestión del 16 de Julio pasado, asignan una probabilidad del 42% que en verano del 2019 –

específicamente en marzo - se repita dicha situación y la empresa debe tenerlo en consideración al proyectar su producción.

También es necesario tener en cuenta lo que manifiesta el diario El Comercio, en su edición del 15 de agosto del presente año: “el Banco Central redujo su proyección del sector Construcción para este 2018: de 8,5% a 7,5%. Para el 2019, en tanto, mantuvo sus expectativas de expansión del rubro en 8%.”

Según registros que obran en la ladrillera, las ventas de la ladrillera Josselyn fueron las siguientes:

Tabla 4.

Ventas Ladrillera Josselyn en el periodo Set 2017 – Ago 2018

Ventas de ladrillera Josselyn Setiembre 2017 - Agosto 2018
(Millares de ladrillos King Kong)

Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
62	58	67	74	78	72	70	82	78	69	84	81	875

Fuente: Ladrillera Josselyn

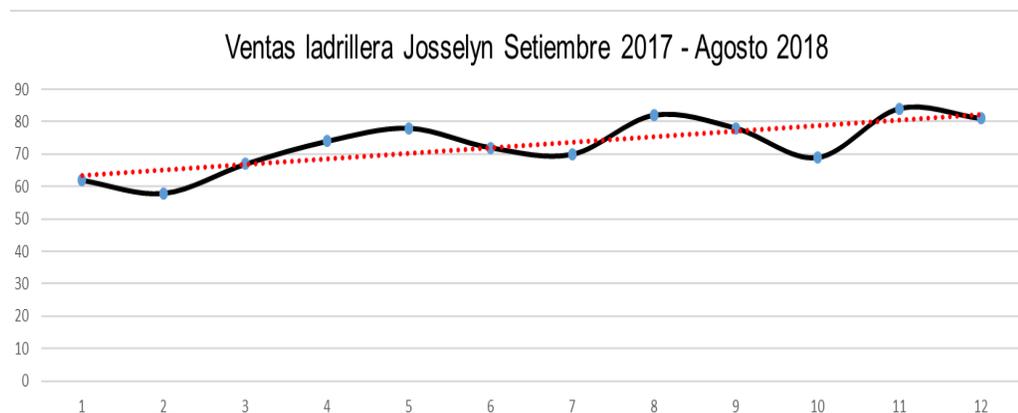


Figura 11.

Ventas Ladrillera Josselyn en el periodo Set 2017 – Ago 2018

Fuente: Ladrillera Josselyn

El planeamiento de la producción es deficiente, la línea de producción no está balanceada y se observa que hay momentos en los que el personal no tiene tarea específica que realizar.

Las ventas que no pudieron culminarse por rotura de inventario parcial o totalmente debido a error en el planeamiento de la producción de ladrillos, las detallamos seguidamente:

Tabla 5.

Ventas perdidas Ladrillera Josselyn en el periodo Set 2017 – Ago 2018

Ventas perdidas de ladrillera Josselyn Setiembre 2017 - Agosto 2018

(Millares de ladrillos King Kong)

Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
10	11	7				8		6	5			47

Fuente: Ladrillera Josselyn

Observamos que esta deficiencia en el planeamiento frustró la venta de 47 millares o 5.4% del total ventas, que repercutió en las ventas de la ladrillera con S/16,450

A continuación, mostramos el mapa de valor actual del proceso:

MAPA DE VALOR ACTUAL DE LA FABRICACIÓN ARTESANAL DE LADRILLOS JOSSELYN

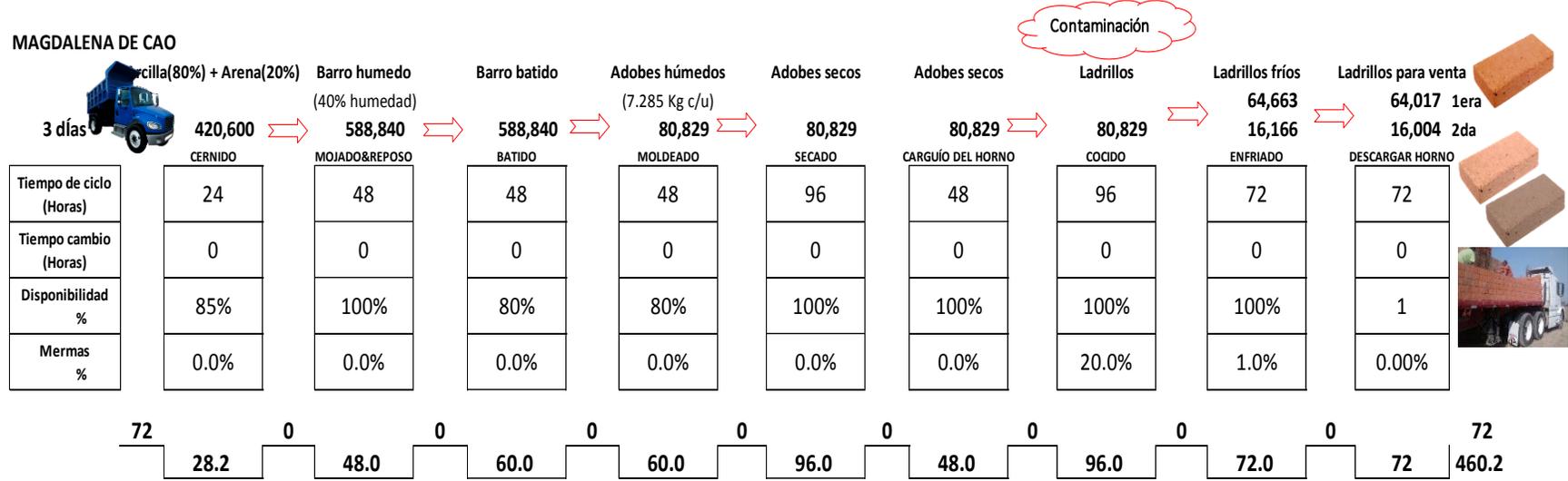


Figura 12.

Mapa del valor actual de fabricación de ladrillos

Fuente: Elaboración propia

En este mapa estamos determinando que en el proceso hay 460.2 horas empleadas en actividades que agregan valor y 72 en actividades no lo hacen. También nos señala las áreas de oportunidad.

Finalmente, la administración de la ladrillera dispone el despacho a las diferentes obras donde son requeridos. Cobra al cliente una tarifa plana de S/70 por millar.

Para ello cuenta con el servicio de 3 transportistas. El territorio se ha demarcado en Norte, hasta Cartavio. Sur, hasta Virú. Este hasta Simbal y Cercanías. Los transportistas tienen precios de flete diferenciado para cada zona. La diferencia entre este flete y lo que se cobrar al cliente, la ladrillera lo asume como beneficio por la gestión.

El año pasado se pagó S/44,770 en fletes, los cuales fueron asignados impensadamente. Se obtuvo un beneficio de S/16,480. De haber aplicado algún criterio de optimización, este hubiese sido S/24,648.

Los fletes actuales y la capacidad de estos transportistas son las siguientes:

Tabla 6.

Fletes por millar y carga asignada por transportista

Transportista	Norte	Sur	Este	Cercanías	Capacidad
Milagritos	S/70	S/55	S/45	S/30	507.75
Rodriguez	S/65	S/50	S/40	S/25	254.00
Juarez	S/50	S/30	S/25	S/25	113.25
Demanda	156.50	243.75	140.00	334.75	875.00

Fuente: Elaboración propia

La carga asignada fue la siguiente:

Tabla 7.

Carga asignada por transportista año 2017 (en millares)

Transportista	Norte	Sur	Este	Cercanías	Capacidad
Milagritos	156.50	165.00		334.75	507.75
Rodriguez		114.00	140.00		254.00
Juarez		113.25			113.25
Demanda	156.50	243.75	140.00	334.75	

Fuente: Elaboración propia

1.1.1. Antecedentes.

1.1.1.1. Antecedentes Internacionales.

Carla Fabiana Scatolim Rombaldo. “Sistema de Carbón Activado y Aceite Combustible a partir de Caucho de Llanta Usada”. Facultad de Ingeniería Química, UEC, Campinas, Brasil, 2008.

Los experimentos realizados demuestran que es posible producir aceite combustible y carbón activado a partir de llantas usadas, contribuyendo para la minimización de los problemas ambientales y económicos enfrentados por la sociedad y por la ANIP (Asociación Nacional de la Industria de Neumáticos).

La aplicación en larga escala contribuye para la disminución del volumen de llantas usadas descartadas en el medio ambiente, y proporcionaría un valor agregado a neumático usado.

Con base en los datos de la bibliografía y disponibilidad de los equipos fue realizado un planeamiento experimental para la activación con vapor de agua y dióxido de carbono del residuo sólido de la pirolisis, donde los resultados mostraron que la variable más significativa del proceso de obtención de carbón activado es la temperatura. Para la respuesta del rendimiento, la temperatura presentó efecto negativo, indicando que un aumento en su nivel lleva a una disminución del rendimiento del carbón activado. Ya para la respuesta del área superficial, para maximizar sus valores, se debe trabajar con temperaturas más altas.

El carbón activado con vapor de agua presentó un rendimiento medio en masa de 39% en relación a la masa inicial, y área superficial específica promedio de 113m².g⁻¹, en cuanto que el carbón activado obtenido por oxidación con el dióxido de carbono presentó área superficial de 93 m².g⁻¹, para el mismo promedio de rendimiento.

Comparando las características porosas de los carbones activados obtenidos por diferentes gases activantes, dióxido de carbono y vapor de agua, el CO₂ favoreció a la formación de micro y mesóporos, ya el vapor de agua acabó generando un carbón predominante macroporoso. Por lo tanto se concluye que, el CO₂ es más agresivo que el vapor de agua. Además de eso, los resultados presentados muestran un comportamiento similar a los de la bibliografía, sin

embargo con valores inferiores, una vez que se utilizó un sistema experimental y una ventana de operación diferente a los relatos en la literatura.

Para la producción de aceite combustible las variables más significativas fueron la temperatura y presión. La temperatura con efecto positivo y la presión con efecto negativo, pues para el sistema estudiado, cuanto menor es la presión, menor es el tiempo de residencia de los volátiles dentro del reactor lo que impide la formación de reacciones secundarias.

Los aceites obtenidos a vacío y en presión atmosférica presentan prácticamente el mismo poder calorífico, en torno de 9800 kcal.kg⁻¹, lo que los caracterizan como una buena fuente de energía. Las diferencias más pronunciadas entre estos dos aceites fue el contenido de agua, contenido de azufre, el punto de ebullición y viscosidad. El proceso a vacío favorece la obtención de un aceite con menor contenido de agua y un punto de ebullición más alto; los procesos en presiones atmosféricas favorecen la producción de un aceite menos viscoso y con un contenido de azufre menor.

El proceso para la obtención de carbón activado y aceite combustible a partir de caucho de llantas usadas puede ser considerado un proceso de desarrollo sustentable, una vez que todos los productos de la pirólisis puedan ser directamente utilizados, pues tiene como producto el aceite que puede ser usado directamente como combustible, bien como en diversos procesos en la industria petroquímica. Los gases pueden ser usados como directamente como fuente de energía en el mismo proceso. El carbón activado puede ser empleado en procesos de absorción tanto en fase líquida como en su fase gaseosa, inclusive utilizado en procesos de absorción para el tratamiento de agua y desagüe.

**Aracelly S. Gallegos R., Benjamín Lang, Miguel Fernández, Marcos Luján
“Contaminación atmosférica por la fabricación de ladrillos y sus posibles
efectos sobre la salud de los niños de zonas aledañas de Cochabamba”
Universidad Católica Boliviana, Bolivia (2006)**

Se basa especialmente en la influencia que tienen los gases emitidos por las ladrilleras en la salud de los infantes del lugar. Para tratar de encontrar la relación entre la contaminación del aire y las enfermedades que presentan los infantes, se instalaron unos puntos de monitoreo que durante semanas arrojaban resultados y la otra parte fue la revisión de las fichas de los centros de salud cercanos, en este caso dos puestos de salud fueron los encargados de

suministrar la información necesaria para hallar la correlación. Para efecto de este trabajo se mencionará solamente lo relacionado a las conclusiones con relación a la salud. Para el centro de salud de Jaihuayco, el proyecto recolectó 208 fichas de salud y en el centro de Pacata Alta, fueron 383 fichas, entre el 13 de mayo y el 11 de junio del 2005. Por medio de estas fichas se pudo establecer que del 100% de las consultas por Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS), el 2% corresponde a conjuntivitis, el 1% a EPOC, el 0,5 a rinitis, y el 7% a bronquitis AG. Este trabajo concluyó con respecto a los datos obtenidos en el primer centro de salud que es mucho mayor la incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) que las otras enfermedades, y se han tomado en cuenta solo aquellas enfermedades que pueden ser atribuibles a la contaminación por partículas PM10, y se puede decir que la mayoría de las enfermedades se presentan en el primer rango de edad es decir de 0 a 5.

1.1.1.2. Antecedentes Nacionales

Elena Sánchez Borea. “Estudio de la variabilidad de la calidad de los ladrillos producidos en la ciudad de Lima” Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú (1982).

El objetivo del tema fue estudiar los diversos factores que influyen en la calidad del ladrillo comúnmente utilizado en la ciudad de Lima, para la construcción de los muros portantes. Los factores que se estudiaron fueron:

- Efectos del moldeado (artesanal o industrial)
- Procedencia y composición de la materia prima
- Efectos del horneado
- Variación de la calidad de producción en una misma fábrica
- Otros efectos significativos en las propiedades resistentes y cualitativas del ladrillo (flexión, compresión, adherencia por corte, succión, absorción y peso específico)
- Clasificar a las ladrilleras en grupos con iguales características: origen y composición del crudo, tipo de moldeo, tipo de horno y grado de cocción, de tal manera que se pueda conocer sus características resistentes de acuerdo a ciertos niveles de confianza en base a características cualitativas.

Las principales conclusiones y recomendaciones del estudio fueron:

- a. La producción del ladrillo K-K- en el área de Lima es del orden de 14,000 millares mensuales de K-K artesanal y de 5,000 millares mensuales de K-K industrial, 3,000 millares mensuales de ladrillos calcáreos. De aquí se deduce la importancia de dirigir las normas hacia este tipo de ladrillo y de estudiar la posibilidad de industrializar la producción del ladrillo K-K artesanal, de modo de poder exigir un mejor control de calidad.
- b. Cada ladrillera debería controlar su producción mediante gráficos de control de resistencia a la compresión y proporcionar dicha información al consumidor. En nuestro medio no es posible por falta de control oficial.
- c. La resistencia a la compresión con el módulo de ruptura no tiene correlación alguna, como tampoco la tienen la resistencia a la compresión con la resistencia al corte directo, por no existir control oficial en la producción.
- d. Se observa una correlación cualitativa entre la resistencia a la compresión y la densidad, no pudiéndose asegurar correlación lineal debido a la dispersión de los puntos alrededor de la recta de regresión. Controlando las variables composición del crudo y grado de cocción podrían ajustarse estos valores, pero en la práctica es difícil de lograr, debido al incumplimiento de las normas de fabricación.
- e. Las tolerancias dimensionales de la Norma (dimensiones y alabeo) y la densidad son satisfechas por la totalidad de las ladrilleras muestreadas.
- f. Los ladrillos con conchuelas y/o caliche deben ser descartados, así como también los ladrillos que conforman la puerta y techo del horno.
- g. La resistencia a compresión de ladrillo varía fuertemente por el procedimiento de ensayo empleado. Debe usarse el mismo método para todos los ensayos
- h. Las muestras para los ensayos de resistencia a compresión deben estar secas antes de ser ensayadas.
- i. La resistencia a la compresión no es un índice de calidad uniforme por lo tanto el ensayo de compresión solo puede emplearse estrictamente para comparar la calidad de piezas del mismo tipo.
- j. Para el ladrillo K-K moldeado artesanalmente, toda la producción puede considerarse como una sola calidad, mientras que para los ladrillos de producción industrializados deben considerarse calidades distintas para cada fábrica o grupos de fábrica.
- k. En el área de Lima, de la producción de una misma fábrica puede esperarse gran variedad en la calidad del ladrillo, dependiendo ésta de donde se obtuvo la materia prima, de que si la quema estuvo bien hecha, del tipo de moldeo y

del control de calidad. De aquí que en Lima no sea posible clasificar a la ladrillera sino al lote de ladrillos.

Freddy Toribio Huayta Meza. “Indicadores de Gestión Empresarial en la Producción de Ladrillo Artesanal de la Región Junín” Escuela de Posgrado de Universidad Nacional del Centro del Perú, Junín, Perú (2013)

Los problemas actuales de la producción ladrillera local, tanto en calidad como en cantidad, tienen sus orígenes en diversos factores, la baja tecnificación de los pequeños productores, que obviamente por falta de recursos no poseen maquinaria adecuada para evitar los trabajos de extremo agotamiento que deben realizar (por ejemplo: extracción y traslado de agua y tierra realizadas a mano, muchas veces desde grandes distancias hasta el pisadero). La inexistencia de un criterio unificado de medidas de producción, cada productor fabrica ladrillos de acuerdo al molde que posee, y en la mayoría de los casos las medidas difieren de una ladrillera a otra. Al utilizar los indicadores de gestión empresarial, mejoramos la producción de ladrillos artesanal en un 6.385%, incrementando las utilidades de los ladrilleros artesanales en un 58.75%.

1.1.1.3. Antecedentes Locales

Tujillo Jara Deynali Jahaira. “Diseño de un Programa de Mejoramiento Continuo para incrementar la calidad y productividad de los procesos de fabricación de piezas metálicas de la Empresa Servicios Trujillo S.R.L”. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú (2014)

Se concluye que, al implementar el programa de mejoramiento continuo se lograra un ahorro neto proyectado estimado en seis meses de 34 291.33 soles, además se lograra reducir el porcentaje de piezas defectuosas de 15% a 5% en el proceso de fundición como consecuencias de ello se lograra un incremento de la calidad y productividad de la empresa.

Ávila Olivera, Sofía & Román Lozano, Brenda “Propuesta de implementación de MRP, Lean Manufacturing y Control Estadístico de la Calidad en las áreas de producción y calidad para mejorar la rentabilidad de

la empresa North Pallet S.A.C.” Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú (2017)

Se concluye que, al implementar todas estas herramientas, es viable mejorar el nivel de producción, optimizando recursos al conocer las necesidades de los clientes y los requerimientos exactos para la producción. Además con los controles propuestos se logrará mantener un estándar de calidad acorde con los estándares del mercado local y nacional. Con ello, se obtiene un mejor posicionamiento en el mercado y un incremento en el nivel de ventas, lo que permite aumentar la rentabilidad.

1.1.2. Base Teórica.

1.1.2.1. Ladrillo.

Los ladrillos son pequeñas piezas cerámicas en forma de paralelepípedo, formadas por tierras arcillosas, moldeadas, comprimidas y sometidas a una cocción. Pueden utilizarse en toda clase de construcciones por ser su forma regular y fácil su manejo (Moreno, 1981).

Se definen al ladrillo como el componente básico para la construcción de la albañilería y la construcción. Gallegos (2005)

Se denomina al ladrillo como la unidad de albañilería fabricada con arcilla, esquisto arcilloso, o sustancias terrosas similares de ocurrencia natural, conformada mediante moldeo, prensado o extrusión y sometida a un tratamiento con calor a temperaturas elevadas (quema).

El presente trabajo se refiere al proceso de fabricación del ladrillo artesanal, fabricadas con arcilla y sometida a cocción (a una T° determinada). La Norma Técnica Peruana 331.017 (2003)

Características del ladrillo

El ladrillo está destinado principalmente a la construcción de muros, tabiques, suelos, etc., por lo que debe ser invulnerable a los efectos de la intemperie, y poseer suficiente resistencia a la compresión.

Un ladrillo considerado como bueno, para muros de albañilería, debe poseer las características generales siguientes: estar bien moldeado, lo que da lugar a caras planas, lados paralelos y los bordes y ángulos agudos. Ser poroso, sin exceso, para poder tomar bien el mortero, no contener sales solubles para no propiciar la eflorescencia, poseer un sonido metálico al ser golpeado con un martillo u otro objeto similar, puesto que cuando se da este sonido es una muestra que el ladrillo está bien cocido y no tiene defectos como fisuras.

Así mismo debe contar con una geometría homogénea, compacta, luciente y exenta de caliches, no debe estar demasiado cocido ya que produciría una unidad de color violáceo o negruzco, con una estructura vitrificada y brillante, con deformaciones y grietas. Un ladrillo demasiado cocido es muy duro pero la resistencia queda anulada por las fisuras. Tampoco debe estar poco cocido o blando, pues podría desmoronarse fácilmente y daría un sonido sordo. En resumen, las características físicas del ladrillo son que debe tener una buena cocción, un color uniforme, un sonido claro y seco al ser golpeado. Del Río (1975), Moreno (1981), Somayaji (2001) y Gallegos (2005)

Propiedades de los ladrillos

Las propiedades principales de las unidades de albañilería deben entenderse en su relación con el producto terminado, que es la albañilería.

Se pueden dividir en dos categorías mayores:

Propiedades físicas relacionadas a la estética del material:

- Color: Depende de su composición química de la materia prima y de la intensidad del quemado. De todos los óxidos comúnmente encontrados en las arcillas, el hierro tiene el mayor efecto sobre el color.
- Textura: Es el efecto en la superficie o la apariencia que presenta la unidad como resultado de la forma de elaboración (Somayaji, 2001).

Propiedades ingenieriles:

Algunas propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcillas son las siguientes

Relacionadas con la resistencia estructural:

- Resistencia a la compresión: Propiedad mecánica que le permite al ladrillo soportar a compresión.
- Variabilidad dimensional con relación a la unidad nominal, o mejor con relación a la unidad promedio y, principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad.
- Alabeos, medidos como concavidades o convexidades en las superficies de asiento.
- Succión o velocidad inicial de absorción en la cara de asiento.

Propiedades Relacionadas con la durabilidad:

- Absorción: Propiedad física que hace referencia a la capacidad de retener una sustancia (agua) en estado líquido.
- Resistencia a la congelación: Capacidad de los ladrillos de soportar bajas temperaturas sin perder sus propiedades ni sufrir fracturas.
- Resistencia al fuego: Propiedad física de los ladrillos que consiste en soportar altas temperaturas sin sufrir daños.
- Aislamiento térmico: Propiedad física que no permite la transferencia de calor, ya que tiene una baja conductividad térmica. (Gallegos, 2005)

Clasificación del ladrillo

De acuerdo a sus propiedades, el Reglamento Nacional de Edificaciones, clasifica al ladrillo en cinco tipos:

- Tipo I: Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.
- Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicios moderadas.
- Tipo III: Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general.

- Tipo IV: Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.
- Tipo V: Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

1.1.2.2. Arcilla

El término arcilla, que se considera y define de muchas maneras, es variable y difícil de precisar. Desde el punto de vista de su origen, la arcilla no tiene significado unitario ya que puede ser un depósito sedimentario, o ser el resultado de una síntesis. La imprecisión del término arcilla radica en que conceptualmente es diferente para el ceramista, el geólogo, el edafólogo o el fabricante de ladrillos (Besoain, 1985).

La arcilla se define como una roca terrosa, como un producto secundario proveniente de la destrucción de materiales antiguos silicatados y aluminosos. Del Río (1975)

La arcilla es producto de la erosión química de las rocas. Kohl (1975)

La arcilla es una clase especial de tierra, formada por descomposición de rocas mediante la acción de agentes ambientales. Del Busto (1991)

Composición de la arcilla

La arcilla, en su estado natural, está compuesta de uno o, como es el caso general, varios minerales arcillosos. En esencia los minerales de arcilla son silicatos de aluminio, pero también hay presente productos hidratados de la descomposición de las rocas aluminosas y silicatadas, y otras sustancias como fragmentos de rocas, de óxidos hidratados, álcalis y materiales coloidales (Del Río, 1975).

Características de la arcilla

Es indudable que la caracterización de la arcilla depende de la complejidad y proporción de los componentes que la constituyen (Besoain, 1985).

La distribución granulométrica es una variable de suma importancia, dado que de ella va a depender el grado de empaquetamiento de las partículas y, por tanto, las propiedades físico-mecánicas de los elementos hechos con arcilla tales como porosidad, absorción de agua, resistencia a la flexión, etc. Debido a que el tamaño de los granos de arcilla puede variar mucho dependiendo el tipo de arcilla al que se esté refiriendo, las propiedades físicas de las arcillas también varían (Rhodes, 1990).

Arcillas para la fabricación de ladrillo

Dependiendo de las condiciones y factores que influyeron en la formación de las arcillas, éstas presentarán diferentes características propias de cada tipo que determinarán las propiedades que va a tener la mezcla de la cual formen parte, en este caso para la elaboración de ladrillos (Gallegos, 2005).

- Los materiales utilizados en la fabricación de ladrillos son por lo general arcillas amarillas o rojas de composición heterogénea o relativamente impura (casi siempre secundarias).
- Las arcillas usadas en la mezcla deben ser plásticas al mezclarse con agua, de modo tal que puedan ser formadas en moldes o por el dado de las máquinas extrusoras que moldean y dan la forma definitiva a las unidades de arcilla.
- Sus partículas deben tener suficiente adhesión para mantener la estabilidad de la unidad después del moldeo y ser capaces de unirse fundiéndose cuando se calientan a temperaturas elevadas.

De acuerdo a estas características, son las arcillas superficiales las que satisfacen estas condiciones para ser adecuadas para la fabricación de ladrillos. Este tipo de arcillas son las más fáciles de explotar porque corresponden a una formación sedimentaria reciente y, por lo tanto, son las más empleadas. Sin embargo, al estar más expuestas a la contaminación con sales por razones naturales y por el empleo agrícola del suelo, ellas producen las unidades más vulnerables a la eflorescencia (Gallegos, 2005).

1.1.2.3. Despliegue de la función calidad (La Casa de la Calidad)

El concepto de «despliegue de la calidad» fue propuesto por primera vez por Yoshi Akao en 1966 y expandido posteriormente en un artículo de 1969. (Revelle, J.B.; Moran, J.W. & COX, C.A. 1998)

Orígenes y objetivos

El QFD se creó para cumplir con dos objetivos relacionados:

- Convertir las necesidades de los usuarios (o exigencias de los consumidores) en beneficios proporcionados por los productos, a fin de sustituir las características de la calidad en las etapas de diseño.
- Desplegar hacia las actividades de producción las características sustitutas de la calidad que habían sido identificadas en la etapa de diseño, estableciendo así los puntos de control necesarios y los checkpoints antes del comienzo de la producción.

Si se alcanzaban estos dos objetivos el resultado era un producto diseñado y producido para alcanzar las necesidades de los usuarios y las exigencias de los clientes por beneficios de los productos. (Revelle, J.B.; Moran, J.W. & COX, C.A. 1998)

La frase “Despliegue de la Función de la Calidad» no sugiere a priori ninguna idea de lo que esto realmente significa, ya que es una traducción aproximada de varios símbolos japoneses con significados múltiples, que se representan en la figura 2.3. Glen Mazur traduce (bastante poéticamente) estos símbolos como «un grupo de personas valerosas trabajando armoniosamente en busca del más pequeño detalle para liberar a la organización y entregar productos que las multitudes valorarán en el mercado” (Mazur; Glen 1996).

Evolución

En el momento de la introducción del QFD en el mundo occidental, la transformación del control de procesos/productos en aseguramiento de la

calidad, y este a su vez en la gestión total de la calidad (TQM) ya estaba en marcha. El TQM se basa en el mejoramiento continuo de todas las actividades de una compañía, y el QFD fue visto de inmediato como un medio de poner en la práctica los objetivos de estratégicos, o sea una herramienta clave para lograr la TQM dentro de una organización. (Costa, A.I.A., Dekker, M. & Jongen, W.M.F, 2001)

Hoy en día se sabe que el QFD no es la panacea para resolver problemas ni produce productos perfectos, sino que es por sobretodo una excelente herramienta para estructurar, planear y controlar el proceso de desarrollo de productos. Más aún, los mayores beneficios se observan en organizaciones que hacen un uso prolongado del QFD, adquiriendo la experiencia que da la práctica; en las que las herramientas básicas de la calidad son viejas conocidas, y que están orientadas a sistemas de gestión, encarando un cambio de su cultura hacia el TQM. (Griffin; A., 1992)

La Casa de la Calidad

En lo sucesivo tomaremos como base el enfoque de las cuatro matrices, puesto que es el recomendado para las industrias de alimentos por el ASI. La primer matriz es la Matriz de Planeamiento del Producto, y se la suele llamar «la casa de la calidad» por su forma parecida a la de una casa. Sirve para traducir los requerimientos de los consumidores y/o clientes en características de control finales, y cuantificar su importancia relativa. (Cohen; L, 1995)

La casa de la calidad tiene varias partes o zonas, la primera es la de la Voz del Consumidor, y establecer esto es el paso más crítico en un proyecto de QFD. Por un lado requiere obtener lo que los clientes y/o consumidores requieren del producto o servicio (no lo que la compañía piensa que requieren), y asignarles una prioridad. (Griffin A. & Hauser, J.R. 1993)

Por otro lado, siendo que esto es lo que guía el proceso completo de desarrollo, una mala interpretación en esta etapa puede comprometer seriamente el resultado del proyecto, especialmente en la industria de alimentos. (Costa A.I.A., Dekker M. & Jongen, W.M.F, 2001)

1.1.2.4. MRP

Historia

El MRP surge a comienzos de los 70 como solución a los problemas de gestión de inventarios de artículos con demanda dependiente. Estos sistemas se limitaban a realizar la explosión de necesidades a partir del MPS (Miranda et, 2005).

El término BOM (Lista de materiales) se empleó para describir lo que se denomina ahora el MRP. Desde sus inicios, el MRP comenzó calculando los programas y cantidades de materiales requeridos, hasta convertirse en unos de los sistemas totalmente integrados e interactivos (Chase, 2009)

(Oricky 1975), (New 1974) y Plossl y Wight (1971) ayudaron a legitimar el MRP como una técnica válida e identificable, a pesar que el término ya se conocía desde mediados de la década de 1960 (Nahmias, 2007)

Las siglas MRP corresponden, en principio, a las palabras inglesas Material Requirements Planning o Planificación de Necesidades de Materiales. Suele añadirse un uno, para distinguirlas de las siglas MRP II (Manufacturing Resource Planning) utilizadas para designar un procedimiento más general que constituye, en cierta forma, su prolongación o perfeccionamiento.

El procedimiento del MRP está basado en dos ideas esenciales: La demanda de la mayoría de los artículos no es independiente, únicamente lo es la de los productos terminados.

El primer texto publicado sobre el MRP se puede adjudicar a J. Orlicky en 1975. A finales de los 70, Oliver Wight, George Plossl y otros mejoran el sistema MRP, generando el sistema MRP de bucle cerrado, donde se incluyen las limitaciones de capacidad existentes en la organización. Se consideran de bucle cerrado porque los resultados de todo el proceso de planificación se utilizan como retroalimentación para modificar las condiciones de capacidad existentes y garantizar así la validez de la planificación a lo largo del tiempo (Miranda et., 2005).

El MRP original, consideraba solo los materiales. La revisión del programa debido a consideraciones sobre capacidad se realiza de manera externa al programa de software del MRP. En desarrollos posteriores se comenzó a incluir

la capacidad de los centros de trabajo como parte del programa de software, al igual que la retroalimentación de la información (Chase et., 2009).

Luego los sistemas MRP evolucionan y permiten la aparición en los años 80's a los sistemas MRP II que tratan de incorporar en el proceso de planificación todos los recursos de una empresa, incluyendo aspectos operativos y técnicos, manejando escenarios por medio de simulaciones (Miranda et., 2005).

En la década de los 90's comienzan a extenderse los sistemas integrados de gestión denominados ERP, que resultan de la evolución de los inicios del MRP, extendiendo su actuación a otras áreas de la empresa como la distribución, gestión de personal, contabilidad, diseño y desarrollo de productos, gestión de la calidad, mantenimiento, entre otras (Miranda et., 2005).

Evaluación

A excepción de los sistemas de punto de reorden a principios de los años 1960s, el MRP fue la primera generación de sistemas de planeación de materiales. El MRP fue construido alrededor de una 26 procesador de lista de materiales y la ventaja que tuvo fue la capacidad de explotar los componentes necesarios para construir los productos terminados y calcular el tiempo de la necesidad de componentes individuales para el volumen total de pedidos (Hvolby, Steger-Jensen, 2010).

A principios y mediados de la década de 1970 casi todos los proveedores de sistemas empresariales como SAP, Lawson, JD Edwards y BaaN lanzaron sus primeros paquetes de software de MRP para aprovechar el creciente interés industrial en sistemas MRP debido a que buscaban disminuir los costos de computación y los costos de inventario (Jacobs; Weston, 2007).

Más tarde, los sistemas MRP se mejoran para manejar la planificación de necesidades de capacidad y se denominaron MRP de ciclo cerrado, ya que proporcionan retroalimentación de información y les da la facultad de hacer ajustes en el plan y regeneraciones de este. La sigla MRP II fue inventado por Oliver Wright en la década de 1980, para distinguir estos de de los sistemas MRP primarios (Jacobs; Weston, 2007).

Más adelante, la sigla MRP II se renombró como la Planeación de Recursos de Manufactura para cubrir totalmente la nueva funcionalidad que estos sistemas presentaban. En 1990, Gartner Group inventó el término de Planificación de

Recursos Empresariales (ERP) debido a que las herramientas de software ya iban integrado poco a poco otras áreas empresariales como los pronósticos, la planeación a largo plazo y la planeación de los recursos críticos (Wylie, 1990).

Definición y objetivos del MRP - Material Requirements Planning

El MRP ha evolucionado como un conjunto de técnicas lógicas de planificación que permiten una mejor gestión para operar en un entorno de fabricación. Se considera como un concepto de programación de red que integra la información en toda la empresa para planificar las actividades de manufactura. Las cuatro preguntas relevantes que giran alrededor del MRP son: (¿Qué vamos a hacer? ¿Qué se necesita para hacerlo? ¿Qué tenemos o disponemos? ¿Qué tenemos que conseguir? ¿Cuándo realizar órdenes? ¿Cuándo programar entregas? Esta información permite derivar la ecuación fundamental de escasez de materiales que brinda la capacidad de identificar los productos que realmente se va a producir y crear órdenes de compra y de producción para estos (Wong; Kleiner, 2001). Sin embargo, la validez de la información del sistema MRP es relativa a los contenidos del MPS.

El objetivo básico de un MRP es traducir el MPS en requerimientos individuales de los componentes mediante la determinación de los requerimientos brutos y netos de cada componente de un producto final (demanda discreta por periodo para cada componente de inventario) para generar la información necesaria para una acción correcta de órdenes de inventario. Esta acción conduce a realizar órdenes de compra y órdenes de producción según el caso, lo cual lo convierte también en un sistema de planeación y programación, que a su vez genera salidas que sirven como entradas valiosas para otros sistemas de manufactura y logística tal como sistemas de despacho, de compras, programación de producción, sistemas de planeación de requerimientos de capacidad, entre otros (Orlicky, 1975).

El MRP identifica para los centros de trabajo o el piso de la fábrica, incluyendo los proveedores, los requisitos que se tendrán para un período de tiempo designado (Wong; Kleiner, 2001).

Un sistema MRP se diseña, implementa y funciona en tres niveles separados (Orlicky, 1975):

- Planeación y control del inventarios

- Planeación de prioridades de ordenes abiertas
- Brinda entradas el sistema de requerimientos de capacidad.

Se considera al MRP como un sistema de planeación vertical donde las decisiones sobre las cantidades de producción se deducen de pronósticos de demanda de artículos terminados y es un método lógico y sensible a la programación de los tamaños de lote de la producción. Un MRP es un sistema responsable del control de los requisitos del producto para que los materiales se pueden proporcionar en el momento adecuado y en la cantidad correcta, traduciendo el plan de producción en requerimientos detallados de materiales (Chih-Ting Du; Wolfe, 2000).

1.1.2.5. Método de Aproximación de Vogel

Este método es heurístico y suele producir una mejor solución inicial que los dos métodos antes descritos. De hecho, VAM suele producir una solución inicial óptima, o próxima al nivel óptimo. Los pasos del procedimiento son los siguientes:

Paso 1:

Evalúese una penalización para cada renglón restando el menor elemento del costo del renglón del elemento de costo menor siguiente en el mismo renglón.

Paso 2:

Identifíquese el renglón o columna con la mayor penalización, rompiendo empates en forma arbitraria. Asígnese el valor mayor posible a la variable con el costo más bajo del renglón o columna seleccionado. Ajustese la oferta y la demanda y táchese el renglón o columna satisfecha. Si un renglón o columna se satisfacen al mismo tiempo, solo uno de ellos se tacha y al renglón restante se le asigna una oferta cero. Cualquier renglón o columna con oferta o demanda cero no debe utilizarse para calcular penalizaciones futuras.

Paso 3:

A.-si solo hay un renglón o columna sin tachar, deténgase.

B.-si solo hay un renglón con oferta positiva sin tachar, determínense las variables básicas del renglón a través del método del costo mínimo.

C.-si todos los renglones y columnas sin tachar tienen oferta o demanda cero asignadas, determínense las variables básicas cero a través del método del costo mínimo. Deténgase.

D.-de lo contrario, calcúlense las penalizaciones de las renglones y columnas no tachados y después diríjase al paso 2. (Hillier, F.& Lieberman, G. 1982),

1.1.2.6. Gestión ambiental

Entenderemos por gestión ambiental al conjunto de diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental. Es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales. La gestión ambiental responde al "cómo hay que hacer" para conseguir lo planteado por el desarrollo sostenible, es decir, para conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y protección y conservación del ambiente. Abarca un concepto integrador superior al del manejo ambiental: de esta forma no sólo están las acciones a ejecutarse por la parte operativa, sino también las directrices, lineamientos y políticas formuladas desde los entes rectores que terminan mediando la implementación (Romo et al., 2013).

1.1.2.7. Mantenimiento Preventivo.

Cuando una planta agrega PM a su equipo existente, las probabilidades de encontrar y corregir defectos aumentan.

Si cambiamos el aceite de un carro en la mitad de los kilómetros que recomienda el fabricante, probablemente podemos encontrar defectos más temprano. Si cambiamos el aceite todos los días no estaremos encontrando defectos en la mayoría de veces.

Adicionalmente, cada intervención aumenta la posibilidad de introducir un defecto. En algún punto estaremos introduciendo defectos en mayor proporción

de la probabilidad de encontrarlos, de esta manera podemos pasar el punto de equilibrio introduciendo más daño que beneficio.

Los mantenimientos preventivos deben ser ejecutados donde la probabilidad de encontrar defectos está por encima de la probabilidad de agregar defectos.

La tasa de detección de defectos en los mantenimientos preventivos debe ser monitoreada, con la finalidad de estar seguros de no haber alcanzado el punto de equilibrio.

Hay tres maneras primarias para detectar defectos proactivamente y colocarlos en el proceso de mantenimiento programado: Inspecciones formales realizadas por una persona especialista, rondas del operador y el análisis de causa raíz.

La planeación es un elemento clave de un trabajo basado en mantenimiento preventivo. El trabajo programado aumenta la productividad y disminuye el tiempo de parada. (Pedro E. Silva A., 2007)

1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción, calidad, mantenimiento y medioambiental sobre la rentabilidad de una empresa ladrillera?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción, calidad, mantenimiento y medioambiental sobre la rentabilidad de una empresa ladrillera.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Realizar el diagnóstico de la situación actual del área de producción, calidad, mantenimiento y medioambiental de una empresa ladrillera.
- Aplicar la propuesta de mejora en las áreas de interés, mediante la aplicación de las herramientas: Método del transporte de Vogel, MP, Casita de Calidad.
- Evaluar el impacto económico financiero de la propuesta de mejora en el área de producción, calidad, mantenimiento y medioambiental de una empresa ladrillera.
- Determinar el incremento de la rentabilidad, calculando la rentabilidad del año 2017 en comparación con la estimación de la rentabilidad 2018.

1.4. Hipótesis.

1.4.1. Hipótesis general.

La propuesta de mejora en la gestión de producción, calidad, mantenimiento y medioambiental incrementará la rentabilidad de la ladrillera Yosselyn.

1.5. Justificación.

1.5.1. Justificación teórica

La presente tesis se realiza con el fin de aportar al conocimiento existente sobre el uso de herramientas y metodologías en la gestión de producción, calidad, mantenimiento y medioambiental y su repercusión en el incremento de la rentabilidad de una empresa ladrillera.

1.5.2. Justificación práctica

El presente informe se justifica en la necesidad de la empresa por reducir sus costos de producción, calidad, mantenimiento y medioambiental a través del uso de las herramientas y metodologías de la ingeniería como el método del transporte de Vogel.

1.5.3. Justificación valorativa

La propuesta permitirá incrementar la rentabilidad de la empresa, a la par que permitirá llevar a cabo un mejor control de calidad y mejorar el uso de sus recursos.

1.5.4. Justificación académica

Este trabajo se justifica desde el punto de vista académico por ser material de ayuda a futuras investigaciones o proyectos similares, tanto en el rubro como en cualquier otra organización.

CAPÍTULO 2. **METODOLOGÍA**

2.1. Tipo de Investigación

Aplicada - Pre Experimental

2.2. Métodos

Operacionalización de las variables de la problemática de la ladrillera Josselyn

PROBLEMA	HIPÓTESIS	TIPO DE VARIABLE	VARIABLES	ÁREA	INDICADOR	FÓRMULA
¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción, calidad, mantenimiento y medioambiental sobre la rentabilidad de una empresa ladrillera?	La propuesta de mejora en la gestión de producción, calidad, mantenimiento y medio ambiente incrementará la rentabilidad de la ladrillera Josselyn	Variable Independiente	Propuesta de mejora en la gestión de producción, calidad, mantenimiento y medio ambiental de la ladrillera Josselyn.	Producción	% Rotura de inventarios de Prod. terminad	$\frac{(\text{Saldo promedio})\%}{\text{Total Productos (Vendidos)}}$
				Logística	Costo anual de fletes	$\Sigma \text{Fletes anuales}$
				Calidad	% Ladrillos de 2 ^{da}	$\frac{\% \text{ ladrillos de 2da}}{\text{Total ladrillos producidos}}$
					%Ladrillos frágiles merma	$\frac{\% \text{ ladrillos merma por frágiles}}{\text{Total ladrillos producidos}}$
				Mantenimiento	Consumo de combustibles	$\frac{\text{Costo en combustible}}{\text{millar de ladrillos}}$
				Medio ambiente	Multas por contaminación atmosférica	$\Sigma \text{ multas por contaminación atmosférica}$
		Multas por contaminación visual	$\Sigma \text{ multas por contaminación visual}$			
Variable Dependiente	Rentabilidad de la ladrillera Josselyn		Rentabilidad	$\Delta \text{ Rentabilidad}_{(2017 \text{ vs } 2018)}$		

Tabla 8.

Operacionalización de Variables

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

2.3. Procedimientos.

2.3.1. Diagnóstico de la Realidad Actual.

2.3.1.1. Generalidades de la Empresa:

La ladrillera Josselyn es una microempresa familiar con más de 40 años de actividad. Está ubicada en el distrito de La Esperanza, Panamericana Norte, s/n.

Misión.

Producir ladrillos de buena calidad y precio económico para contribuir al desarrollo de nuestra región.

Visión:

Ser una ladrillera modelo de autogestión y responsable del medio ambiente.

Organigrama

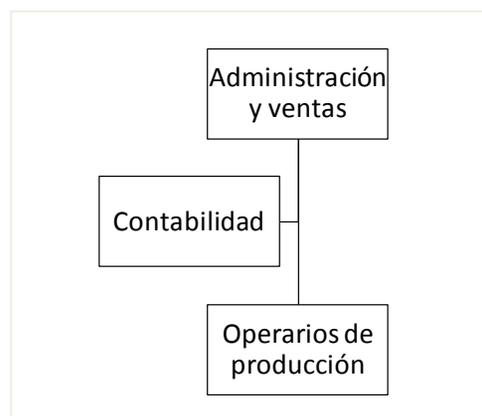


Figura 13.

Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Competidores:

- Ladrillera Haro, Moche
- Ladrillos Fortes, Poroto
- Super ladrillos, La Esperanza
- Ladrillera Rodríguez, Alto Trujillo.

Layout

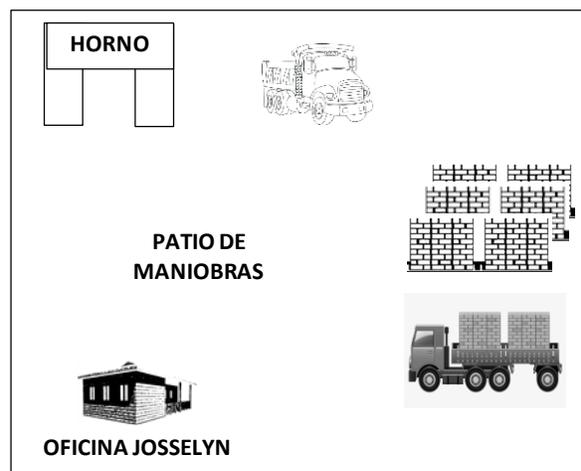


Figura 14.

Layout actual

Fuente: Elaboración propia

2.3.1.2. Diagnóstico del Área problemática.

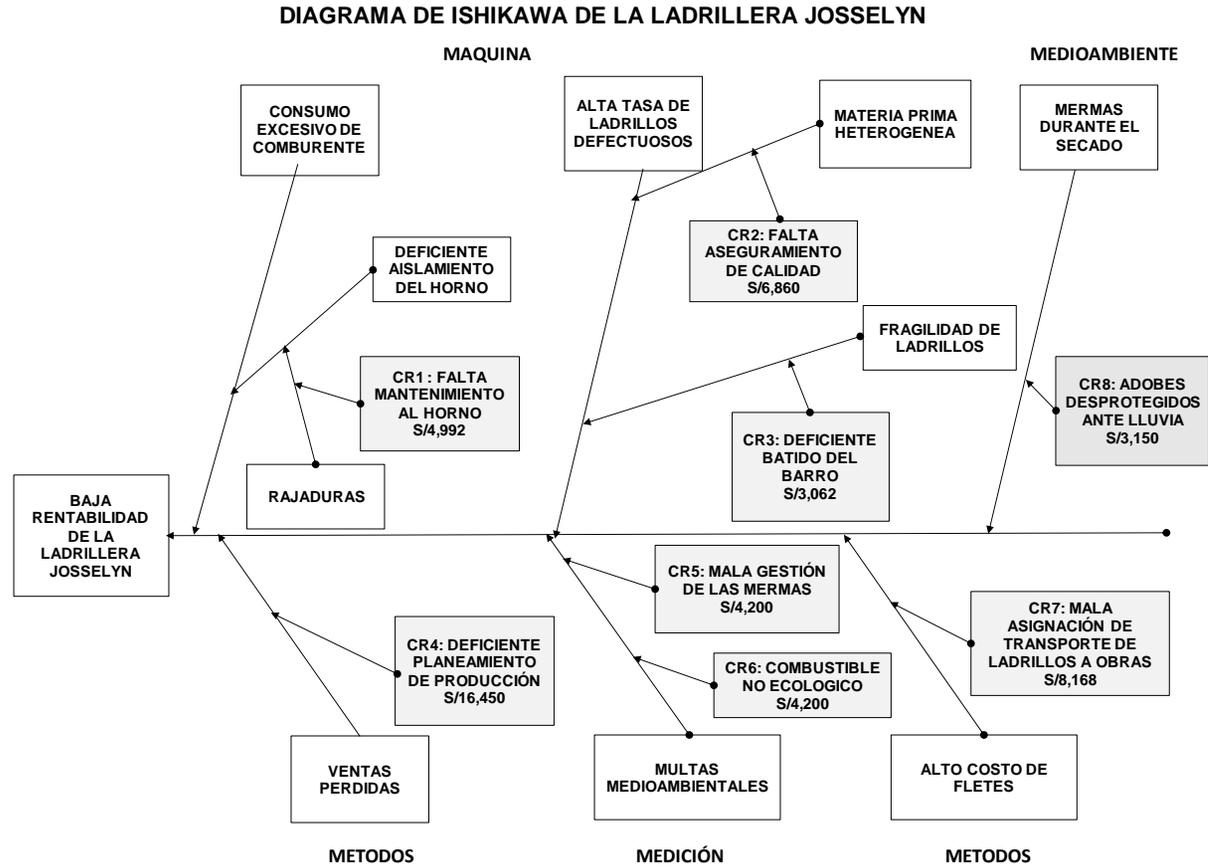


Figura 15.

Diagrama de Ishikawa de la Ladrillera Josselyn

Fuente: Elaboración propia

2.3.1.3. Priorización de causas raíces.

Tabla 9.

Priorización de las Causas Raíz de la problemática la ladrillera Josselyn por impacto económico

		Monto	%	% Acum
CR4	Deficiente planeamiento de producción	S/ 16,450	32.203%	32%
CR7	Mala asignación de fletes	S/ 8,168	15.990%	48%
CR2	Falta Aseguramiento de Calidad	S/ 6,860	13.429%	62%
CR1	Falta mantenimiento al horno	S/ 4,992	9.773%	71%
CR6	Combustible no ecológico	S/ 4,200	8.222%	80%
CR5	Mala gestión de mermas	S/ 4,200	8.222%	88%
CR3	Deficiente batido del barro	S/ 3,062	5.994%	94%
CR8	Adobes desprotegido de lluvia	S/ 3,150	6.167%	100%
		S/ 51,082		

Fuente: Elaboración Propia

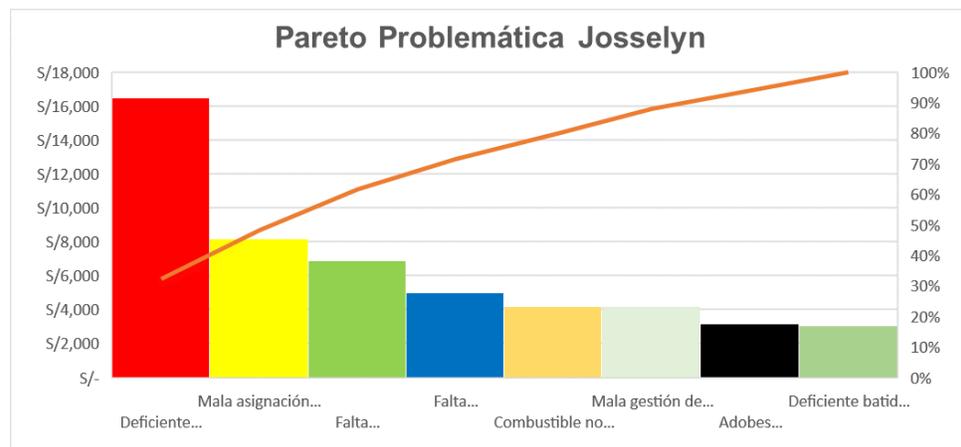


Figura 16.

Diagrama de Pareto de problemática de Josselyn

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

2.3.1.4. Identificación de indicadores.

Tabla 10.

Matriz de Indicadores de la ladrillera Josselyn

N°	Causa Raíz	Indicador	Formula	Valor actual	Pérdida actual	Valor meta	Pérdida meta	Beneficio	Herramienta	Inversión
CR7	Mala asignación de fletes.	Costo anual promedio de fletes a obra.	$\frac{\text{Costo anual Fletes}}{\text{Ladrillos producidos}}$	S/44,770	n/a	S/24,648	n/a	S/8,168	Método del transporte de Vogel	
CR4	Deficiente Planeamiento	% rotura de Inventario de productos T.	$\frac{\% (\text{Saldo Promedio})}{\text{Total Productos V.}}$	S/16,450	5.4%	S/0.000	0%	S/16,450	Pronósticos	
CR2	Falta Aseguramiento de Calidad	% Ladrillos de segunda calidad	$\frac{\text{Ladrillo mal horneado}}{\text{Ladrillos producidos}}$		20%		0%		MP Casita de Calidad	
			Margen de utilidad	S/0.000		S/6,860		S/6,860		
CR1	Horno obsoleto	Pérdida BTU/millar Soles/hornada	$\frac{\text{Pérdida BTU/hornada}}{\text{Soles/hornada}}$	222,753 BTU/hora (80°C)		111,956 BTU/hora (65°C)			MP	S/4,992
CR6	Combustible no ecológico	SO2	Kilos SO2/Hornada	6.000	S/4,200	S0.000	0	4,200	Gestión medio ambiental	

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

2.3.2. Solución propuesta

2.3.2.1. Descripción de Causas

CR7 Mala asignación de fletes.

1. Josselyn vende los ladrillos puestos en obra. Para ello cuenta con varios transportistas con quienes se ha zonificado la ciudad y alrededores. Cada transportista tiene su tarifa propia lo mismo que una disponibilidad pre establecida con la empresa.
2. La ladrillera cobra al cliente S/70 por millar como tarifa plana. La diferencia entre esta y los fletes de los transportistas, la empresa lo considera como costo de gestión.
3. El año pasado la empresa asignó su carga de manera impensada. Sin tener en consideración criterio alguno de priorización. En estas condiciones se distribuyeron los 875 millares producidos durante el año.

Tabla 11.

Carga asignada por transportista año 2017 (en millares)

Carga asignada por transportista año 2017 (en millares)					
Transportista	Norte	Sur	Este	Cercanías	Capacidad
Milagritos	156.50	165.00		334.75	507.75
Rodriguez		114.00	140.00		254.00
Juarez		113.25			113.25
Demanda	156.50	243.75	140.00	334.75	875.00

Fuente: elaboración propia

El costo total del flete fue:

Tabla 12.

Costo de flete por transportista 2017

Carga asignada por transportista año 2017 (en millares)

Transportista	Norte	Sur	Este	Cercanías	Total flete
Milagritos	S/ 10,955	S/ 9,075	S/ -	S/ 10,043	
Rodriguez	S/ -	S/ 5,700	S/ 5,600	S/ -	
Juarez	S/ -	S/ 3,398	S/ -	S/ -	
	S/ 10,955	S/ 18,173	S/ 5,600	S/ 10,043	S/ 44,770

Fuente: elaboración propia

CR4 Deficiente planeamiento de producción

La ladrillera Josselyn es muy irregular en su funcionamiento. No obstante, que su capacidad instalada excede a la demanda actual, tiene ventas perdidas por rotura de inventario, producto de la falta de previsión con los materiales y no tener en consideración la data histórica.

El año pasado dejaron de vender 47 millares, por un valor venta de S/16,450.

CR2 Falta Aseguramiento de Calidad

La falta de Aseguramiento de Calidad ocasiona que el 20% de los ladrillos adolezca de defectos que determina que se vendan como ladrillos de segunda, a precio castigado.

Algunos tienen excesiva porosidad por usar arcilla de granulometría, o presentan cuerpos extraños como piedritas o conchuelas, que afectan las características finales del ladrillo.

Algunos constructores reclaman que la absorción del ladrillo es variable, lo cual es detectado en obra. El ladrillo debe tener 30% ± 5% de absorción, que es la capacidad de absorber agua. Si es muy alta, el mortero de cemento y arena con que se unen los ladrillos en las paredes, se secará muy rápido y la unión quedará débil. Si es muy baja, no habrá la adherencia suficiente para lograr un muro consistente.

También argumentan que suelen aparecer manchas blanquecina, llamadas eflorescencia y que son sales que deterioran al ladrillo y disminuye su vida útil en la intemperie.

Por este motivo el año pasado perdieron S/6,860.

CR1 Falta mantenimiento al horno

Las múltiples rajaduras del horno causan pérdida de calor. Su aislamiento es precario. Esto es previsible porque las paredes externas están muy calientes, por encima de 80°C., cuando estimamos podría estar en 65°C

Esta pérdida de calor calculada actualmente en 222,753 BTU/hornada podría ser 111,955 BTU/hornada.

CR6 Uso de combustible no ecológico

El material comburente es el cisco de carbón, que está dispuesto homogéneamente entre las camas de ladrillos. Además de briquetas que se ubicaron en unas bóvedas que se forman ex profesamente en la base de las rumas.

Para iniciar el fuego, se prenden neumáticos viejos que se colocan dentro del horno y que son de fácil encendido. El fuego generado rápidamente encenderá las briquetas y el cisco para la cocción de los ladrillos.

La quema de neumáticas sin tratamiento de los humos que expele, está prohibida por el Segat, porque tiene - entre otros componentes – gases de azufre, que en presencia de la humedad ambiental, ocasiona lluvia ácida – de ácido sulfúrico - que afecta a la población, edificaciones y al suelo.

La multa por esta falta, que ya ha sido aplicada anteriormente, es S/4,200.

2.3.2.2. Monetización de Pérdidas por causa raíz

CR7 Monetización de la mala asignación de fletes

Seguidamente adjuntamos la tabla de fletes; la capacidad disponible, por proveedor de servicio, de acuerdo a la zona donde deberán entregar la mercadería y la demanda de cada zona.

Tabla 13.

Fletes por millar y carga asignada por transportista

Fletes por millar y carga asignada por transportista

Transportista	Norte	Sur	Este	Cercanías	Capacidad
Milagritos	S/70	S/55	S/45	S/30	507.75
Rodriguez	S/65	S/50	S/40	S/25	254.00
Juarez	S/50	S/30	S/25	S/25	113.25
Demanda	156.500	243.750	140.000	334.750	875.000

Fuente: Elaboración propia

La administración de Josselyn asignó la carga de manera empírica, según el cuadro adjunto:

Tabla 14.

Carga asignada por transportista año 2017 (en millares)

Carga asignada por transportista año 2017 (en millares)

Transportista	Norte	Sur	Este	Cercanías	Capacidad
Milagritos	156.50	165.00		334.75	507.750
Rodriguez		114.00	140.00		254.000
Juarez		113.25			113.250
Demanda	156.500	243.750	140.000	334.750	875.000

Fuente: Elaboración propia

Esta asignación tuvo un costo de S/44,770, como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 15.

Carga asignada por transportista año 2017 (en soles)

Carga asignada por transportista año 2017 (en soles)

Transportista	Norte	Sur	Este	Cercanías	Total flete
Milagritos	S/ 10,955	S/ 9,075	S/ -	S/ 10,043	S/ 30,073
Rodriguez	S/ -	S/ 5,700	S/ 5,600	S/ -	S/ 11,300
Juarez	S/ -	S/ 3,398	S/ -	S/ -	S/ 3,398
	S/ 10,955	S/ 18,173	S/ 5,600	S/ 10,043	S/ 44,770

Fuente: Elaboración propia

CR4 Monetización del deficiente planeamiento de producción

El 20% de la producción tiene defectos de horneado, que obliga a castigar su precio, vendiéndolos a precio de costo.

Seguidamente mostramos la estructura de costos de los ladrillos, para extraer de él, el margen de utilidad que, en este caso, constituye la pérdida.

Tabla 16.

Costo de producción de ladrillos Josselyn

COSTO DE PRODUCCION DE LADRILLOS JOSSELYN

LADRILLOS POR HORNADA 230 mm x 130 mm x 90 mm	408,066	Kilos de ladrillos
	5.100	Kilos/ladrillo
	80,013	ladrillos de 5.1 Kg

MATERIAS PRIMAS	Unidades	Formula	Costo unitario (Soles)	Costo batch (Soles)	Costo/ladrillo (Soles)
Arcilla (2% humedad; $\delta=1.98$; S/350/15M ³)	Kilos	336,500	0.011780	3,963.970	0.050
Arena (2% humedad; $\delta=1.50$; S/50/15M ³)	Kilos	84,100	0.002220	186.702	0.002
Agua	Kilos	168,240	0.010000	1,682.400	0.021
Peso humedo	Kilos	588,840			
Peso seco (0% humedad)	Kilos	412,188			
Mermas (defectuosos = 1%)	Kilos	- 4,122			
Peso util	Kilos	408,066			
COSTO DE MATERIAS PRIMAS				8,347.826	S/. 0.073

MANO DE OBRA DIRECTA					
Preparación de materias primas	Hora-hombre	90.000	5.000	450.000	S/ 0.006
Mojado de la mezcla	Hora-hombre	20.000	5.000	100.000	S/ 0.001
Moldeado	Hora-hombre	160.800	5.000	804.000	S/ 0.010
Cargar homo	Hora-hombre	80.000	5.000	400.000	S/ 0.005
Prender homo	Hora-hombre	10.000	5.000	50.000	S/ 0.001
Controlar homeo	Hora-hombre	96.000	5.000	480.000	S/ 0.006
Descargar homo	Hora-hombre	80.000	5.000	400.000	S/ 0.005
Seleccionar ladrillos	Hora-hombre	20.000	5.000	100.000	S/ 0.001
Total costo mano de obra					S/ 0.035
COSTO MANO DE OBRA DIRECTA					S/ 0.070

TOTAL COSTOS DIRECTOS					S/ 0.142
------------------------------	--	--	--	--	-----------------

COSTOS INDIRECTOS					
H-H indirecta					S/ 0.056
Essalud (El 9% de total planilla)					S/ 0.019
Vacaciones (1/12 de planilla total)					S/ 0.017
Gratificaciones (2)					S/ 0.034
Reparaciones y mantenimiento del horno				3,000.000	S/ 0.037
Combustibles y comburentes					
Cisco	Kilos	936.000	0.125	117.000	S/ 0.001
Briquetas	Unidades	600.000	0.800	480.000	S/ 0.006
Llantas viejas	Unidades	30.000	2.000	60.000	S/ 0.001

TOTAL COSTOS INDIRECTOS					S/ 0.172
--------------------------------	--	--	--	--	-----------------

TOTAL COSTO DE 1 LADRILLO					S/ 0.315
----------------------------------	--	--	--	--	-----------------

DETERMINACION DE PRECIOS DE 1 LADRILLO		
Costo de Hacer y Vender		S/ 0.315
Margen de utilidad del Fabricante	11.2%	S/ 0.035
PRECIO DE VENTA AL PUBLICO		S/ 0.350

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el margen de utilidad del ladrillo, el perjuicio económico por el precio castigado fue $875,000 \times 20\% \times S/0.035 = S/6,125$

CR1 Monetización de la falta de mantenimiento del horno

- Las paredes externas del horno están a 80°C por el mal aislamiento. Se calcula que por esta razón se pierde 222,753 BTU/hornada.
- Se estima que las paredes podrían estar razonablemente a 65°C. Así, se perderían únicamente 111,955 BTU/hornada.
- Como el horno permanece prendido durante 96 horas, se pierden 10´636,608 BTU/hornada.
- La capacidad calorífica del cisco es 12,898 BTU/*Kilo.
- Se pierden 1,658 Kilos de carbón por hornada.
- El costo ponderado de cisco y briquetas es S/0.504/Kilo.
- Pérdida anual = 1658 x S/0.504 x 12 = S/5,042/año.

Tabla 17.

Datos generales del sistema

Datos generales del sistema				
Area de las paredes del horno	143	M ²	1539.2	pies ²
T° de las paredes del horno	80	°C	176	°F
Temperatura ambiente	20	°C	68	°F
BTU cisco/Kilo	12,898			
Costo cisco	S/0.125			
Costo briqueta	S/0.80			
Costo ponderado	S/0.504			

Fuente: Elaboración propia

A continuación, presentamos la información para la determinación de la pérdida de calor, por el mal aislamiento de las paredes del horno, utilizando la fórmula de Stephen Boltzmann

Tabla 18.

Pérdida de calor por las paredes

Pérdida de calor por las paredes		
Fórmula de Stephen Boltzmann		
ξ	Emisividad de las paredes	0.9
T	Temperatura pared (F°)	176
t	Temperatura ambiente(F°)	68
Pérdida de calor = $(\xi \times 0.1714 \times 10^{-6} \times (T^4 - t^4) \times A)$ BTU/hora		

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la fórmula en dos escenarios, el actual en que las paredes están a 80°C y la alternativa que con mejor aislamiento esté a 65°C:

Tabla 19.

Cuantificación de la deficiencia de aislamiento

	Paredes a 80°C	Paredes a 65°C	Diferencia	Anual
BTU/Hora perdidos	222,753	111,955	110,798	
Cisco perdido (Kilos/Hora)	17.27	8.68	8.59	
Cisco perdido (Kilos/hornada)	1,658	833	825	
Perjuicio Cocción (Soles/hornada)	S/836	S/420	S/416	S/4,992

Fuente: Elaboración propia

CR6 Monetización del uso de combustible no ecológico

La quema de neumáticos está sancionada por el Segat con S/4,200. La ladrillera ha sido sancionada el año pasado por esta falta.

La razón de la prohibición es por el alto nivel de contaminación que tiene su humo, si no es tratado, como sucede en Josselyn.

Uno de los principales contaminantes es el azufre, responsable de la lluvia ácida.

Seguidamente mostramos cómo se calculó el nivel de contaminación con azufre en el proceso del horneado de los ladrillos.

Tabla 20.

Nivel de contaminación con Azufre

Neumáticos quemados	30
Peso unitario (Kilos)	10
Peso total (Kilos)	300
% de azufre en neumáticos	1%
% Máximo recomendable	<0.5%
Azufre eliminado en el humo (Kilo)	3

Fuente: Elaboración propia

El azufre reacciona con el oxígeno ambiental formando SO_2

Tabla 21.

Emanación de SO_2

Peso atómico del Azufre	32 g/mol
Peso atómico del oxígeno	16 g/mol
Peso molecular del SO_2	64 g/mol

Fuente: Elaboración propia

Con 3 kilos de azufre se pueden producir 6 kilos de SO_2

2.3.2.3. Solución Propuesta.

CR3 Propuesta de mejora de la mala asignación de transporte

1. Partimos de la matriz de fletes. Al extremo derecho hay una columna que dice "Penalidades". En esta se pone la diferencia entre los 2 fletes más baratos.

Tabla 22.

Fletes por millar y carga asignada por transportista

Fletes por millar y carga asignada por transportista						Penalidad
Transportista	Norte	Sur	Este	Cercanías	Capacidad	
Milagritos	S/70	S/55	S/45	S/30	507.75	S/15
Rodriguez	S/65	S/50	S/40	S/25	254.00	S/15
Juarez	S/50	S/30	S/25	S/25	113.25	S/5
Demanda	156.500	243.750	140.000	334.750	875.000	
Penalidad	S/15	S/20	S/15	S/5		

Fuente: Elaboración propia

2. Escogemos el mayor valor entre la columna y la fila de "Penalidades". Escogemos el "20", correspondiente a la zona Sur.
3. Escogemos en esa columna el flete más barato, en este caso el del transportista Juarez, que cobra S/30. Ahí asignamos la máxima carga permisible.

Tabla 23.

Nuevo cálculo de flete

Transportista	Norte	Sur	Este	Cercanías	Capacidad	Penalidad
Milagritos	S/70	S/55	S/45	S/30	507.75	S/15
Rodriguez	S/65	S/50	S/40	S/25	254.00	S/15
Juarez	S/50	S/30	S/25	S/25	113.25	S/5
	156.500	243.750	140.000	334.750		
Penalidad	S/15	S/20	S/15	S/5		

Fuente: Elaboración propia

4. Ahora retomamos los pasos 2 y 3. Escogemos la “Penalidad 15” de trasportes Rodríguez y ahí buscamos el flete más barato y le asignamos lo máximo permisible.

Tabla 24.

Carga asignada por transportista con método Voguel (en millares)

Carga asignada por transportista con metodo Voguel (en millares)

Transportista	Norte	Sur	Este	Cercanías	Capacidad	Penalidad
Milagritos					507.75	S/15
Rodríguez				254.00	254.00	S/15
Juarez		113.25			113.25	
	156.500	243.750	140.000	334.750	875.000	
	S/5		S/5	S/5		

Fuente: Elaboración propia

5. Ahora estamos en capacidad de aforar todas las filas y columnas, obteniendo el un resultado final.

El costo total del flete según esta asignación es la siguiente:

Tabla 25.

Carga asignada por transportista con Método Voguel

Carga asignada por transportista con metodo Voguel (en soles)

Transportista	Norte	Sur	Este	Cercanías	Total flete
Milagritos	10,955	7,178	6,300	2,423	S/ 26,855
Rodríguez	0	0	0	6,350	S/ 6,350
Juarez	0	3,398	0	0	S/ 3,398
	156.50	243.75	140.00	334.75	S/ 36,603

Fuente: Elaboración propia

Esta asignación tiene un costo de S/36,603, mientras que la asignación que se utilizó sin ningún criterio técnico fue S/44,770.

CR4 Propuesta de mejora para el deficiente planeamiento de producción

Proponemos planear la producción utilizando la técnica del MRP.

En primer lugar, determinaremos el *Bill of Materials* del ladrillo, con información que extraeremos del cuadro de costos.

Tabla 26.

Detalle de costo para elaborar la lista de materiales

LADRILLOS POR HORNADA 230 mm x 130 mm x 90 mm	408,066	Kilos de ladrillos
	5.100	Kilos/ladrillo
	80,013	ladrillos de 5.1 Kg

MATERIAS PRIMAS	Unidades	Formula
Arcilla (2% humedad; $\delta=1.98$; S/350/15M ³)	Kilos	336,500
Arena (2% humedad; $\delta=1.50$; S/50/15M ³)	Kilos	84,100

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro precedente constan las cantidades de materiales para fabricar 80,013 ladrillos. Para producir un ladrillo se requerirá lo siguiente:

Tabla 27.

Bill of materials de 1 ladrillo fabricado por Josselyn

Arcilla	4.205	Kilos
Arena	1.051	Kilos

Fuente: Elaboración propia

Para proyectar las ventas, utilizaremos la data histórica de 2 años anteriores, de agosto del 2016 a setiembre del 2018.

Tabla 28.

Ventas Agosto 2016 - Setiembre 2018

Ventas Agosto 2016- Setiembre 2018	
(Millares de ladrillos)	
Setiembre	68
Octubre	64
Noviembre	71
Diciembre	69
Enero del 2017	81
Febrero	66
Marzo	8
Abril	11
Mayo	88
Junio	78
Julio	81
Agosto	76
Setiembre	78
Octubre	75
Noviembre	80
Diciembre	80
Enero del 2018	84
Febrero	78
Marzo	84
Abril	89
Mayo	91
Junio	80
Julio	91
Agosto	87

Fuente: Administración Ladrillera Josselyn

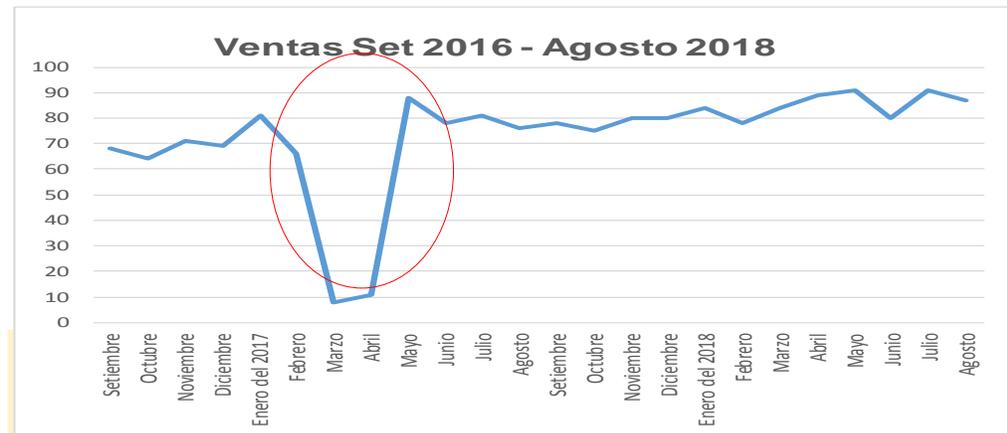


Figura 17.

Comportamiento de las ventas en el periodo estudiado

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior vimos el efecto del fenómeno El Niño, que afectó seriamente a la venta y producción de ladrillos de Josselyn. La zona de elaboración de ladrillos fue inundada por la lluvia y los adobes que estaban en proceso de secado, se malograron totalmente. Luego, el exceso de humedad ambiental, retrasaba considerablemente este proceso.

Para el verano 2019 se prevé que el fenómeno El Niño se repita. La agencia de noticias Andina, en su edición digital del 16 de julio pasado, publicó la siguiente información.



Figura 18.

Probabilidad de ocurrencia de Fenómeno El Niño 2019

Fuente: Andina de Noticias

Atendiendo a que el riesgo que dicho fenómeno se repita, recomendamos a la Ladrillera Josselyn, no fabricar durante el mes de marzo, tomando las providencias en los meses previos para no perder ventas por rotura de inventarios.

Nuestra proyección no tendrá en cuenta los meses de Marzo y Abril del 2017, porque las ventas mostraron un comportamiento atípico. En el cuadro siguiente mostramos dicha proyección, basada en regresión lineal, porque las ventas tienen un comportamiento con pocas variaciones y con una ligera tendencia ascendente.

Es importante aclarar que el horno siempre debe trabajar a plena capacidad, es decir lleno con 80 mil ladrillos. Consecuentemente las cifras se redondearán con ese criterio.

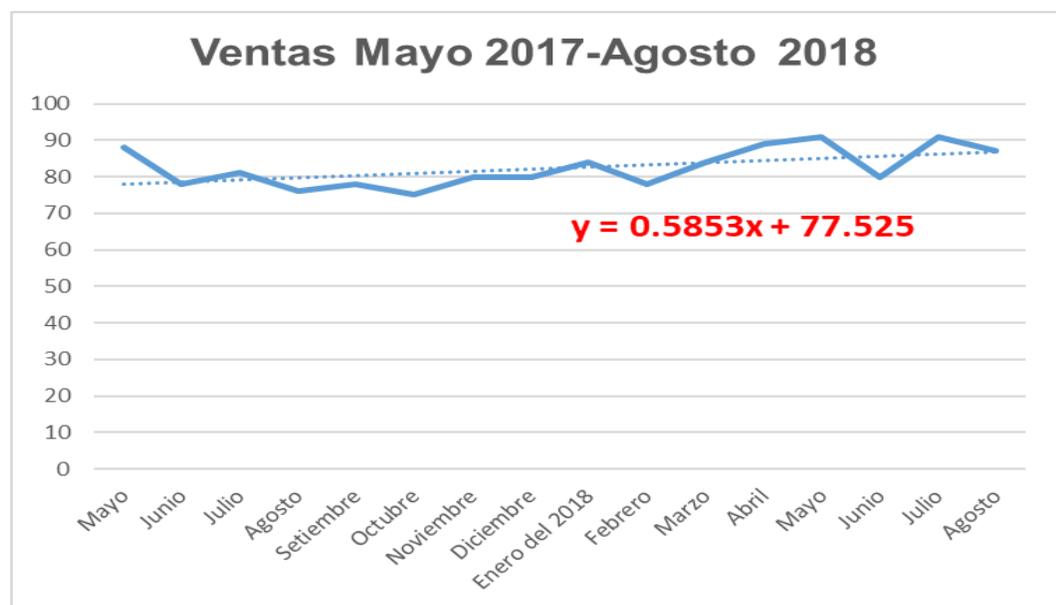


Figura 19.

Ventas mayo 2017 - agosto 2018

Fuente: Elaboración propia

Empleando la fórmula de la línea de tendencia del gráfico anterior, proyectamos la demanda para el siguiente período Setiembre 2018 – agosto 2019

Tabla 29.

Proyección Setiembre 2018- agosto 2019 en millares de ladrillos

Setiembre	92.16
Octubre	92.74
Noviembre	93.33
Diciembre	93.91
Enero	94.50
Febrero	95.08
Marzo	95.67
Abril	96.25
Mayo	96.84
Junio	97.43
Julio	98.01
Agosto	98.60

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente elaboramos el archivo de materiales y el MRP para la fabricación de ladrillos.

Observar que en marzo no se ha programado producción, en atención a que es muy probable que las lluvias por la presencia del fenómeno El Niño se presenten, aunque de manera mesurada. Esto afectaría la producción porque es posible que sucedan inundaciones en el patio de manobras y por otro lado, la alta humedad ambiental, retrasaría considerablemente el secado de los adobes.

Tabla 30.

Archivo maestro de materiales

Elemento	Fórmula	Disponibilidad	Lead Time (semanas)	Tamaño de lote	Recepciones programadas	SS
Arcilla	kilos	4.21	10,000	1	10,000	
Arena	kilos	1.05		1	10,000	

LADRILLOS POR HORNADA 230 mm x 130 mm x 90 mm	408,066	Kilos de ladrillos
	5,100	Kilos/ladrillo
	80,013	ladrillos de 5.1 Kg

MATERIAS PRIMAS	Unidades	Formula
Arcilla (2% humedad; $\delta=1.98$; S/350/15M ³)	Kilos	336,500
Arena (2% humedad; $\delta=1.50$; S/50/15M ³)	Kilos	84,100

Fuente: Elaboración propia

CR2 Propuesta de mejora a la falta de Aseguramiento de Calidad

La falta de Aseguramiento de Calidad ocasiona que el 20% de los ladrillos adolezca de defectos que determinan que se vendan como ladrillos de segunda, a precio castigado.

Algunos tienen excesiva porosidad por usar arcilla de granulometría mayor a 2 mm, o presentan cuerpos extraños como piedritas o conchuelas, que afectan las características finales del ladrillo.

La ladrillera Josselyn tiene una economía modesta y las propuestas de mejora en su Aseguramiento de Calidad deben ir en esa línea, pero dejando de lado el empirismo y las subjetividades.

En primer lugar, utilizaremos una Casita de la Calidad para evaluar los Qué y los Cómo, que la ladrillera requiere analizar y resolver para estar al nivel de las mejores de su tipo y características.

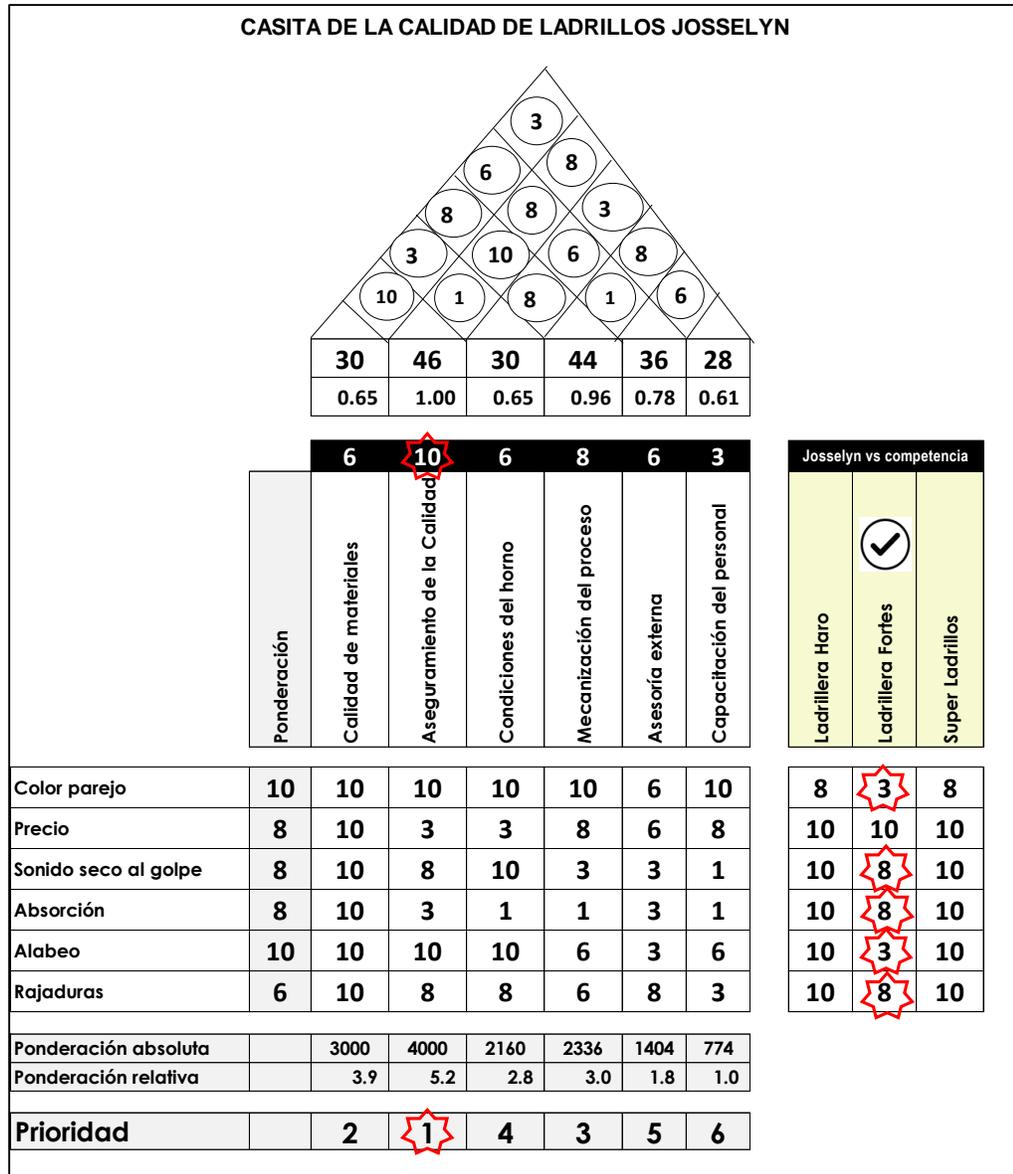


Figura 20.

Casita de la Calidad de Ladrillos Josselyn

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la Casita de la Calidad

En primer lugar, hemos determinado que las estrategias más urgentes y con las que se podrán conseguir resultados rápidos y efectivos, son las ligadas al Aseguramiento de la Calidad y a la calidad de los materiales.

Por otro lado, hemos concluido por Benchmarking, que la Ladrillera Fortes es la que se debe tomar como imagen para las medidas que vayan a aplicarse.

En la parte derecha de la Casita se observa que las características típicas de un ladrillo de buena calidad, las reúne dicha ladrillera ubicada en Poroto, que es de donde extrae la arcilla. En casi todos los aspectos Ladrillera Josselyn está en desventaja con ella.

Las medidas recomendables extraídas de este benchmarking:

1. Se debe cambiar de proveedor de arcilla a otro que consiga este material de las canteras de Poroto. En principio, estamos viendo que el resultado que se obtiene es bueno.
2. Se deben implementar procedimientos de Aseguramiento de la Calidad, sencillos pero técnicos y de un nivel conveniente para el tipo de organización poco desarrollado. Estas las detallamos en cuadro, luego de estos comentarios.
3. Es conveniente que la administración esté evaluando la posibilidad de mecanizar de manera sencilla los procesos, de manera que se consiga menos variabilidad en los ladrillos, sin que esto signifique dar un gran salto, fuera de contexto.

Seguidamente mostramos un cuadro con los controles que se tendrán que realizar, con la finalidad de tener la producción bajo control, minimizando las posibilidades de generar mermas que repercutirán en la economía de la empresa.

Tabla 32.

Controles propuestos

Descripción	Ocasiona	Medida Correctiva
<p>Eflorescencia</p> <p>es un fenómeno que consiste en la formación de manchas en la superficie de los ladrillos, por la presencia de sales provenientes en los materiales.</p>	<p>Deterioran a los ladrillos que no están tarrajeados y que están en la intemperie.</p> <p>Vuelve quebradizo al ladrillo</p>	<p>Utilizar materiales que no tengan altos niveles de sales, particularmente de sulfato cálcico</p> <p>A través de benchmarking, evaluar calidades de ladrillos de otras marcas e investigar la procedencia de sus materias primas.</p> <p>No emplear arena de cercanía al litoral, por tener alto contenido de sales</p>
<p>Absorción</p> <p>Es una medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería. Es un indicador de su capacidad para absorber agua. La NTP señala que no debe exceder de 22%.</p>	<p>Si el ladrillo tiene una absorción mayor a 22%. Indica que tiene mucha porosidad y no soportará adecuadamente la acción de la intemperie.</p> <p>El ladrillo poroso absorberá agua del mortero, secándolo e impidiendo el adecuado proceso de adherencia mortero-unidad, lo que influye en la disminución de la resistencia del muro.</p>	<p>Aunque es una prueba que no es preventiva, se debe realizar periódicamente tanto a los ladrillos de la empresa como a los de la competencia, para correlacionarla con la procedencia de la materia prima.</p> <p>Para esta medición, se deberá pesar cuidadosamente un ladrillo y seguidamente introducirlo en un balde que contenga 10 litros de agua, perfectamente medida.</p> <p>Dejarlo reposar durante 5 horas, escurrirlo y volver a pesarlo. La diferencia de peso al ladrillo seco es el indicador de absorción.</p>

Si tiene muy poca absorción, no interactuará convenientemente con el mortero de cemento y arena con el que se los une en las paredes.

$$\frac{\Delta \text{ de pesos}}{\text{Peso seco}} \times 100\%$$



Humedad del adobe

El adobe seco al medio ambiente durante 96 horas hasta llegar a tener $\pm 5\%$ de humedad, para ser horneado.

Un secado muy rápido puede rajar las unidades, y un secado muy incompleto puede impedir el buen cocimiento y causar alabeo o curvado del ladrillo que sucede cuando la superficie se seca y el núcleo todavía se encuentra en estado plástico

Proponemos implementar una prueba de determinación de humedad del adobe, antes de ser cargado en el horno de producción.

Se necesita verificar que los adobes tengan $\pm 5\%$ de humedad.

Para ello se requiere un horno eléctrico doméstico, con capacidad para introducir en el un ladrillo previamente pesado con precisión.

Prender el horno a 200°C y luego de 1 hora se lo retirará del horno para pesarlo. Anotar el peso.

Repetir esta operación cada hora, hasta que el peso no varíe. Comenzar el carguío del horno cuando la humedad de la muestra haya sido verificada y se encuentre en el rango establecido.

Repetir la prueba con adobes de diferentes partes y obtener un promedio.



**Eléctrica perspectiva Horno de convección con
función de vapor**

US \$300.00-\$350.00 / Set

1 Set Orden mínima

Cálculo de Humedad:

$$\frac{\Delta \text{ de pesos}}{\text{Peso inicial}} \times 100\%$$

Fuente: Elaboración propia

CR1 Propuesta de mejora para la falta de mantenimiento del horno

Para conservar el horno en buenas condiciones y asegurar su buen funcionamiento por más tiempo, es importante cuidar lo siguiente:

- Mantener el área de los hornos limpio. Barrerlo después de cada uso. No se deben usar para otro propósito distinto a la quema de ladrillos o cerámica, como, por ejemplo, almacén de materiales, vehículos, etc.
- Revisar minuciosamente las grietas que pudieran haberse creado durante el uso. Sellar las grietas que se vayan presentando continuamente dentro y fuera del horno con mezcla arenosa de barro.
- Reparar cualquier desgaste de condición de los hornos que ocurre intencional o no intencional.
- No modificar las puertas de alimentación. Mantenerla siempre en su dimensión original.
- Quemar con el horno aforado totalmente, hasta el borde superior, no más arriba. Se recomienda quemar siempre la misma cantidad de ladrillos. Si quema cantidades menores, el calor remanente de la cocción será absorbido por las paredes y se agrietarán.
- Quemar materiales autorizados
- Guardar registro de las labores de mantenimiento en el siguiente formato.
- El costo de cada limpieza y reparación de grietas rutinarias cuesta S/200. Anualmente el importe es S/2,400

LADRILLOS JOSSELYN

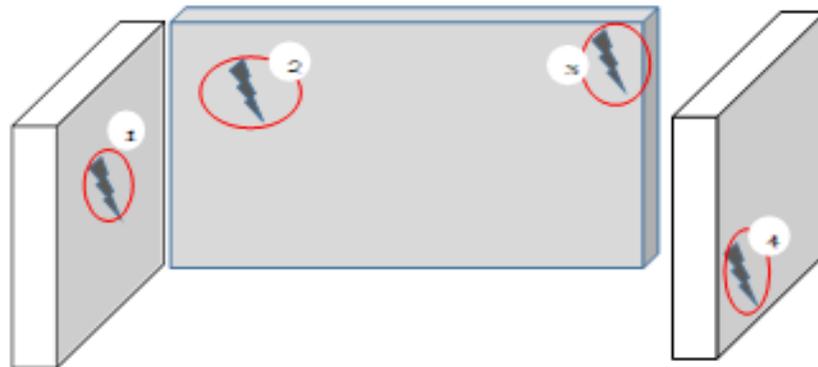
CHECK LIST DE REVISIÓN HORNO

Fecha: 29/11/2018

1. Ubicación de grietas: (Marcar el lugar de la grieta)

2. Dimensiones

1	55 cm.
2	20 cm.
3	65 cm.
4	30 cm.
5	



1. Acciones correctivas

1 Resanar las 4 grietas con mezcla de arcilla y arena.

2

3

2. Tareas rutinarias

- Barrido de horno
- Reirar escombros
- Ordenar implementos

Otros: Llamé al proveedor de arcilla. Trae mañana.

Figura 21.

Check list de ladrillos Josselyn

Fuente: Elaboración propia

CR6 Propuesta de mejora al uso de combustible no ecológico

La quema de neumáticos para iniciar el fuego en el horneado de ladrillos, es una práctica que no está permitida, salvo que los humos emitidos que tienen contaminantes, particularmente Azufre, sean previamente tratados.

La ladrillera Josselyn usa este material como combustible en su proceso. Por cada hornada emplea 30 neumáticos viejos, cortados en trozos para facilitar su ignición. Estos comunican el calor a las briquetas que están en los hogares ubicados en la base de las rumas y al cisco de carbón que está entre las camas de ladrillos, iniciándose de esta manera la cocción.

Proponemos reemplazar el uso de llantas por aceite quemado automotor, previamente decantado y filtrado, para reducir la carga de metales pesados que pudieran estar presentes, provenientes del desgaste de las piezas del motor del vehículo y de los aditivos que contiene la gasolina.

El procedimiento es sencillo y de muy bajo costo. Consiste en depositar el aceite en cilindros metálicos, pintados externamente de color negro para que absorban el calor.

Se dejará decantar el aceite quemado durante dos días. Se precipitará fango y los residuos pesados.

Con una bomba manual se succionará el aceite filtrado, con cuidado de no absorber del tercio inferior del cilindro, que es donde estará la parte indeseable y se hará pasar por un colador de 1 mm de luz, para retener los grumos flotantes que pudieran haberse formado.



Figura 22.

Filtrado de aceite propuesto para Ladrillera Josselyn

Fuente: Elaboración propia

El producto obtenido estará libre del 80% de los metales pesados, se podrá quemar sin infringir la ordenanza del Segat y siendo responsable con el medio ambiente.

Seguidamente detallamos el cálculo del reemplazo de los neumáticos viejos por aceite quemado filtrado, en la ignición del horno de producción de ladrillos:

1. Los neumáticos generan al quemarse
 - ✓ 8,300 Kcalorías/Kilo o
 - ✓ 32,926 BTU/Kilo

2. El aceite quemado genera por el mismo motivo
 - ✓ 16,000 BTU/Libra, o
 - ✓ 118, 170 BTU/galón o
 - ✓ 32,540 BTU/Kilo

3. Como se emplean 300 kilos de neumáticos, el equivalente en kilos de aceite quemado será:

Ecuación 1.

Comparación entre neumáticos y aceite quemado

$$\frac{300 \times 32,926}{32,540} \cong 304 \text{ Kilos de aceite}$$

4. El contenido de azufre - responsable de la lluvia ácida al combinarse el SO₂ resultante de la combustión con el agua del ambiente y formar H₂SO₄ - en las emisiones de la quema de llantas y el uso de aceite quemado, lo detallamos en los siguientes cuadros. Tengamos en cuenta que el peso mol de azufre es 32 y el del oxígeno 16 y que en consecuencia el peso mol del SO₂ será 64 g/mol

Tabla 33.

Comparación entre emisiones de S

Material	Kilos	Kilos S/Kilo	Kilos de S En emisiones	Kilos de SO₂
Neumáticos	300	0.010	3.000	6.000
Aceite quemado	304	0.007	2.128	4.256

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior observamos que, al cambiar de neumáticos a aceite quemado filtrado, en igualdad de capacidad calorífica, se reduce en 30% las emisiones de SO₂.

Con ello, la ladrillera Josselyn cumplirá con la prohibición de quemar llantas, actuando responsablemente con el cuidado del medio ambiente.

El costo de la energía calorífica obtenida, no variará en ambos casos, pues estos materiales se consiguen informalmente y a precios variados pero muy económicos. En todo caso, el probable ahorro por este motivo, no es razón de la presente tesis.

2.3.3. Evaluación económica

Tabla 34.

Flujo de caja proyectado

FLUJO DE CAJA DE LA PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTION DE PRODUCCIÓN, CALIDAD, MANTENIMIENTO Y MEDIO AMBIENTE DE LA LADRILLERA JOSSELYN																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago												
Inversión																								
Bomba de aceite (3)	-	1,200																						
Cilindros (10)	-	500																						
Acondicionar laboratorio	-	8,000																						
Horno eléctrico	-	1,950																						
Balanza	-	500																						
Balde de acero (5)	-	250																						
Vaso graduado (4)	-	120																						
Total inversión	-	12,520																						
Ingresos																								
Producción (millares)		92	93	93	94	94	95	96	96	97	97	98	99											
Beneficio por eliminación de ladrillos de 2da	S/	644	S/	651	S/	651	S/	658	S/	658	S/	665	S/	672	S/	672	S/	679	S/	679	S/	686	S/	693
Beneficio por menor consumo combustible	S/	478	S/	484	S/	484	S/	489	S/	489	S/	494	S/	499	S/	499	S/	504	S/	504	S/	510	S/	515
Mejora en asignación de fletes	S/	859	S/	868	S/	868	S/	877	S/	877	S/	887	S/	896	S/	896	S/	905	S/	905	S/	915	S/	924
Eliminación de ventas perdidas (5.3%)	S/	1,707	S/	1,725	S/	1,725	S/	1,744	S/	1,744	S/	1,762	S/	1,781	S/	1,781	S/	1,799	S/	1,799	S/	1,818	S/	1,836
Total ingresos	S/	3,688	S/	3,728	S/	3,728	S/	3,768	S/	3,768	S/	3,808	S/	3,848	S/	3,848	S/	3,888	S/	3,888	S/	3,928	S/	3,968
Egresos																								
Mantenimiento mensual del horno	S/	200	S/	200	S/	200	S/	200	S/	200	S/	200	S/	200	S/	200	S/	200	S/	200	S/	200	S/	200
Asesoría en Aseguramiento de calidad	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000
Asesoría en planeamiento de producción	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000	S/	1,000
Total egresos	S/	2,200	S/	2,200	S/	2,200	S/	2,200	S/	2,200	S/	2,200	S/	2,200	S/	2,200	S/	2,200	S/	2,200	S/	2,200	S/	2,200
Saldo	S/	1,488	S/	1,528	S/	1,528	S/	1,568	S/	1,568	S/	1,608	S/	1,648	S/	1,648	S/	1,688	S/	1,688	S/	1,728	S/	1,768
Flujo actual	-S/	12,520	S/	1,464	S/	1,479	S/	1,456	S/	1,470	S/	1,446	S/	1,459	S/	1,472	S/	1,448	S/	1,460	S/	1,436	S/	1,447
Tasa caja Trujillo capital de trabajo		19.55%	Anual		1.63%	Mensual																		
VAN	S/	4,973																						
TIR		87.6%																						
B/C	S/	1.40																						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35.

Estado de Resultados 2017 vs. 2018

Estado de resultados comparativo Ladrillera Josselyn 2017 vs 2018		
	2017	2018
Ventas netas (VN)	306,250	348,600
Ingresos diversos	0	0
Costo de ventas (CV)	275,625	313,740
Beneficio del proyecto	0	45,856
Utilidad bruta	30,625	80,716
Gastos administrativos	12,000	12,000
Gasto de ventas	0	0
Utilidad operativa	18,625	68,716
Cargas excepcionales	0	0
Gastos financieros	0	1,878
Utilidad ante de participación e impuestos	S/18,625	S/66,838
Impuesto a la renta	S/0	S/0
Utilidad neta	S/18,625	S/66,838
Reserva	S/0	S/0
Resultado del ejercicio	S/18,625	S/66,838
Rentabilidad sobre ventas	6%	19%

Fuente: Ladrillera Josselyn

CAPÍTULO 3. **RESULTADOS**

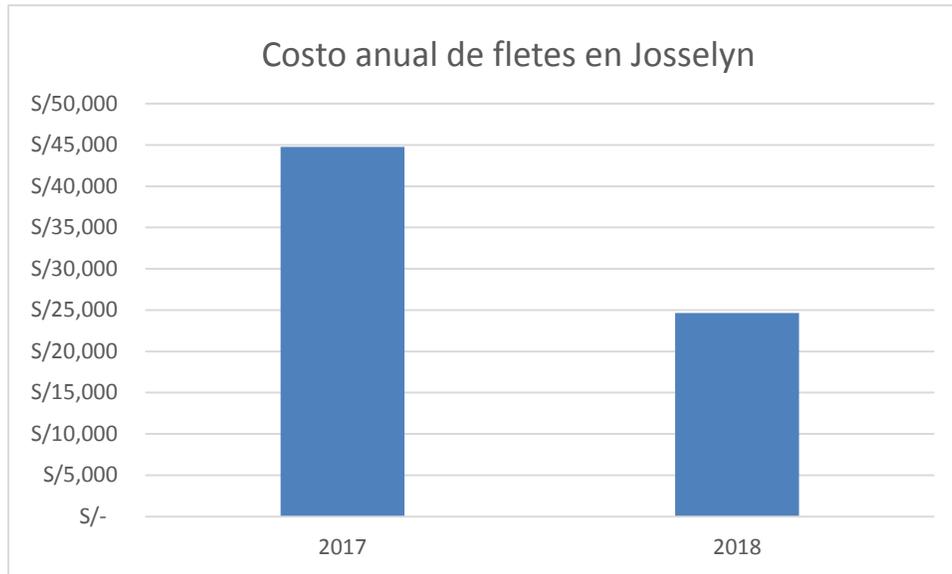


Figura 23.

Costo anual de fletes

Fuente: Elaboración propia



Figura 24.

Ventas perdidas por rotura de inventarios

Fuente: Elaboración propia



Figura 25.

Ladrillos de segunda 2017 vs 2018

Fuente: Elaboración propia

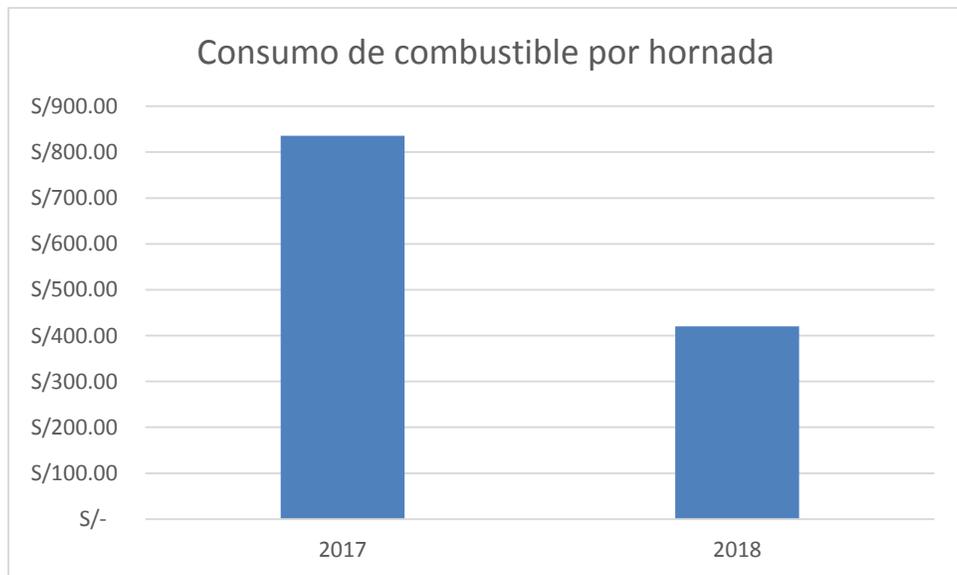


Figura 26.

Consumo de Combustible por hornada

Fuente: Elaboración propia

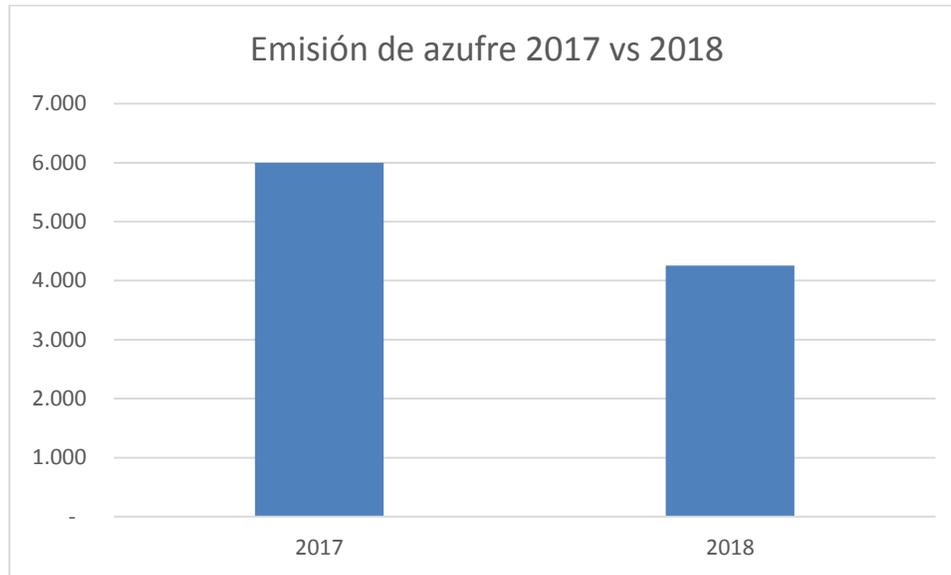


Figura 27.

Emisión de azufre 2017 vs 2018

Fuente: Elaboración propia

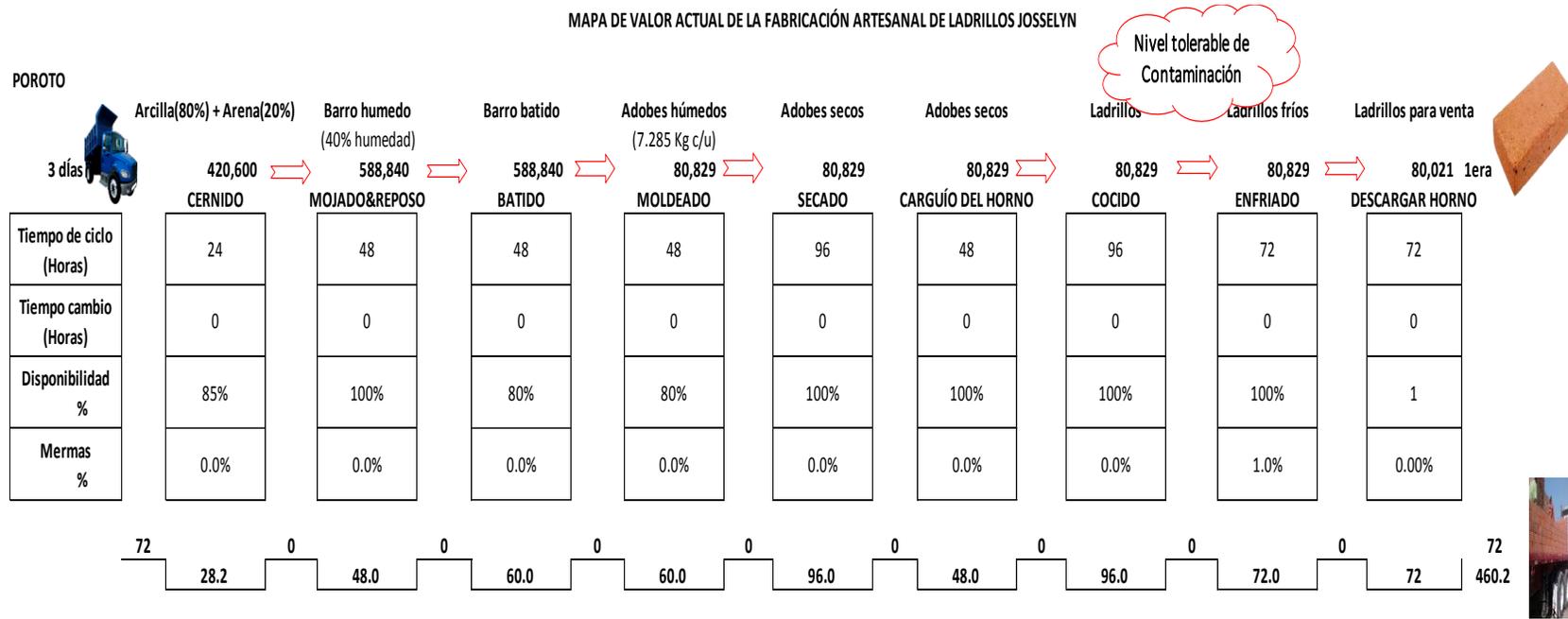


Figura 28.

Mapa del valor futuro de la producción de ladrillos en Josselyn

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4. **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

4.1. Discusión

- Si bien es cierto que es posible producir aceite combustible y carbón activado a partir de llantas usadas, como afirma Scatolim en su estudio (2008), la situación actual de la empresa no permite la inversión que se requiere para ese proceso y para el control de efluentes que este necesita. En la presente tesis se brinda otra alternativa, el uso de aceite quemado filtrado, opción que es viable de acuerdo a los indicadores analizados.
- Conociendo la problemática planteada por Gallegos, R. & co. (2006), que son los efectos sobre la salud de los niños de zonas aledañas a donde se produce contaminación atmosférica por fabricación de ladrillos; se ha creído conveniente dedicar parte de esta tesis a proponer una reducción de las emanaciones contaminantes que se producían por la quema de llantas. De esta manera, y en alusión al estudio previo, podemos decir que la incidencia de enfermedades respiratorias causadas por la emanación de gases contaminantes se verá reducida gracias a nuestra propuesta.
- De acuerdo al estudio de Borea, E. (1982), algunos de los principales factores que influyen en la calidad de los ladrillos artesanales son la procedencia y composición de la materia prima y el horneado.
- El autor Huayta, F. (2013) tuvo como principal objetivo en su estudio la implementación de indicadores en la producción de ladrillo artesanal de la región Junín. En ella detalla la importancia de la tecnología como apoyo para la estandarización de la medida de los indicadores establecidos. En la presente tesis, se proponen controles para medir de forma constante la eflorescencia, absorción y humedad del adobe y así asegurar la calidad de los productos.
- A través de un Programa de Mejoramiento Continuo, Trujillo, J. (2014) logró reducir el porcentaje de piezas defectuosas de 15% a 5% en el proceso de fundición, puesto que dicho programa aseguraba un incremento en la calidad y productividad de la empresa. En la presente tesis, nuestra propuesta de mejora logrará reducir de 20% a 0% la producción de ladrillos de 2°.
- Ávila S. & Román, B. (2017) proponen implementar un MRP, herramientas de Lean Manufacturing y Control Estadístico de la Calidad para mejorar la rentabilidad de una empresa. En la presente tesis, también se han desarrollado herramientas de la Ingeniería Industrial como el MRP y controles estadísticos para llegar al objetivo planteado.

4.2. Conclusiones

- La propuesta de mejora incrementa la rentabilidad sobre las ventas de la empresa en 13%. En el año 2017, esta tuvo un valor de 6%; mientras que, en el año 2018, representó el 19%.
- Se demuestra que la propuesta de mejora es viable y se ve reflejado en los indicadores VAN, TIR y Beneficio/Costo, que resultan S/ 4 973, 87.6% y S/ 1.40 respectivamente
- La propuesta de mejora en la gestión de producción, calidad, mantenimiento y medio ambiente de la ladrillera Jhosselyn, brinda un beneficio de S/. 36,090 tras una inversión total de S/ 12,520.
- La herramienta Método del transporte de Vogel permitió asignar de la manera más económica los fletes para distribuir la totalidad de la producción de ladrillos. Esto representa un beneficio económico de S/ 8,168.
- Mediante la utilización de pronósticos se consiguió un abastecimiento oportuno y la previsión de los probables estragos que puede causar el fenómeno del niño. Esto representa un beneficio económico de S/16,450.
- La propuesta del plan de mantenimiento preventivo; hemos conseguido mejorar el aislamiento térmico del horno, reduciendo con ello el consumo de combustible y calidad más homogénea de ladrillos. Asimismo, con la casita de calidad encontramos que las estrategias más convenientes son las ligadas al aseguramiento de la calidad. En ese sentido deberán reforzarse y mejorarse continuamente.
- Esta herramienta también nos indica que sí queremos tener mejor calidad de ladrillos, acercándonos al líder de la categoría, se debe comprar los agregados a proveedores de Poroto. Esto representa un beneficio económico de S/ 6,860.
- La propuesta se basa en la sustitución de la quema de llantas; cuyo uso está sancionado por Segat por, el uso de aceite quemado previamente decantado y filtrado en igualdad de capacidad calórica, evitando la posibilidad de ser sancionado nuevamente y reduciendo las emisiones de azufre en 35%. Esto representa un beneficio económico de S/ 4,200.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

LIBROS

Niebel, B. & Freivalds, A. (2008). *Ingeniería Industrial: Metodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. (11ª edición). Buenos Aires, Argentina: Alfaomega Grupo Editor.

Maynard, Harold, (2006) Manual del ingeniero industrial (5ta edición) Interamericana de Mexico/McGraw Hill.

Romero O., Muñoz D. & Romero S. (2014). *Introducción a la Ingeniería*. (2ª edición). México D.F., México: Cengage Learning Editores.

TESIS

Arquiñigo, Wilson. (2011) .Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huánuco (Tesis maestría). Pontificia universidad Católica.

Lulichac, Fanny (2015). “determinación de las propiedades físico - mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca.”8tesis pre grado) Universidad Privada del Norte.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

URL 001, Historia del ladrillo. <https://es.wikipedia.org/wiki/Ladrillo>

URL 002, uso del ladrillo.)<http://www.monografias.com/trabajos58/ladrillo-peru/ladrillo-peru.shtml>

URL 003, Estatus actual uso de ladrillo. <https://gestion.pe/economia/asociacion-ladrillera-ceramicos-peru-inicia-actividades-gremiales-presenta-objetivos-144325>

URL 004, deficiencias en ladrilleras artesanales. <https://gestion.pe/economia/asociacion-ladrillera-ceramicos-peru-inicia-actividades-gremiales-presenta-objetivos-144325>

URL 005 Proyección crecimiento ladrilleras. <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/en-todo-el-pais-empleo-se-incremento-26-en-el-trimestre-diciembre-2017-y-enero-febrero-2018-10697/>

Anexos

ANEXO 1. Dimensiones ladrillos.

Dimensiones en mm)				Alabeo			Dimensiones en mm)				Alabeo		
Estándar	230	124	90	izquierdo	centro	derecho	Estándar	230	124	90	izquierdo	centro	derecho
1	234	124	90	3	5	2	1	228	122	91	0	4	0
2	228	127	88	0	4	2	2	228	122	91	2	4	4
3	229	126	87	4	4	3	3	234	124	88	3	5	2
4	236	120	93	4	3	3	4	233	121	88	4	3	3
5	232	123	92	2	5	2	5	230	126	87	0	4	1
6	225	122	86	0	2	4	6	231	127	88	2	5	3
7	230	124	88	3	5	3	7	227	122	92	5	6	5
8	230	125	91	5	6	3	8	226	124	93	2	5	2
9	226	128	90	2	6	4	9	228	120	86	0	5	0
10	234	120	94	0	4	0	10	231	123	90	2	4	3
Media	230.4	123.9	89.9	2.3	4.4	2.6	Media	229.6	123.1	89.4	2.0	4.5	2.3
Desv Std	3.5963	2.7264	2.6437				Desv Std	2.6331	2.1833	2.3190			
Coef Variación	1.6%	2.2%	2.9%				Coef Variación	1.1%	1.8%	2.6%			
Alabeo promedio					3.1		Alabeo promedio					2.9	

ANEXO 2. Norma técnica para ladrillos.

Tabla 1.1. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales según la norma E-070 del RNE y la NTP 331.017 [6] y [7]

Norma E-070 del RNE								NTP 331.017						
Tipo	Variación dimensional (%)			Alabeo (mm)	Absorción (%)	Vacíos (%)	f'b (Mpa)	Tipo	Variación dimensional (mm)			Absorción (%)	Vacíos (%)	f'b (Mpa)
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Más de 150mm						De 60 a 100	De 101 a 140	De 141 a 240			
	Altura	Ancho	Largo						Altura	Ancho	Largo			
I	8 (8mm)	6 (9mm)	4 (6mm)	10	22	30	4.9	10	3	5	6	Sin límite	25	8
II	7 (7mm)	6 (9mm)	4 (6mm)	8	22	30	6.9							
III	5 (5mm)	4 (6mm)	3 (4.5mm)	6	22	30	9.3	14	3	5	6	Sin límite	25	10
IV	4 (4mm)	3 (4.5mm)	2 (3mm)	4	22	30	12.7	17	3	5	6	25	25	15
V	3 (3mm)	2 (3mm)	1 (1.5mm)	2	22	30	17.6	21	3	5	6	20	25	17

ANEXO 3. Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM (19.jul.96).

**APRUEBA NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE ELEMENTOS Y COMPUESTOS PRESENTES
EN EMISIONES GASEOSAS PROVENIENTES DE LAS UNIDADES MINERO-METALURGICAS:
Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM (19.jul.96)**

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 226° del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, aprobado por Decreto Supremo N° 014-92-EM, establece que la autoridad competente para la aplicación de las disposiciones contenidas en el Decreto Legislativo N° 613 - Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales referidos a la actividad minera y energética, es el Sector Energía y Minas;

Que los Estudios de Impacto Ambiental correspondientes a la actividad minero - metalúrgica deben estar formulados en base a los Niveles Máximos Permisibles que el Ministerio de Energía y Minas apruebe;

Que, los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental tienen como objetivo que los titulares de la actividad minero - metalúrgica logren reducir sus niveles de contaminación ambiental hasta alcanzar los Niveles Máximos Permisibles;

Que, es necesario establecer los Niveles Máximos Permisibles correspondientes a los elementos y compuestos presentes en las emisiones gaseosas, así como a las partículas y elementos metálicos arrastrados por éstas provenientes de las Unidades Minero - Metalúrgicas con la finalidad de controlar las emisiones producto de sus actividades y contribuir efectivamente a la protección ambiental;

De conformidad con la Disposición Complementaria del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 016-93-EM, sustituida por el artículo 4° del Decreto Supremo N° 059-93-EM;

Con la opinión favorable del Director General de Asuntos Ambientales, el Director General de Minería y el Viceministro de Minas.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprueba los Niveles Máximos Permisibles de elementos y compuestos presentes Emisiones Gaseosas

Aprobar los Niveles Máximos Permisibles de Anhídrido Sulfuroso, Partículas, Plomo y Arsénico presentes en las emisiones gaseosas provenientes de las Unidades Minero - Metalúrgicas.

Artículo 2°.- Niveles Máximos Permisibles de Anhídrido Sulfuroso

Los Niveles Máximos Permisibles de Emisión de Anhídrido Sulfuroso a los cuales se sujetarán las Unidades Minero - Metalúrgicas están señalados en el Anexo 1, el cual forma parte de la presente

Resolución Ministerial. La cantidad de anhídrido sulfuroso emitido será determinada en el punto o puntos de control y el ingreso de azufre al proceso será el de la carga del día.

Artículo 3º.- Nivel Máximo de Emisión de Partículas

El Nivel Máximo Permisible de Emisión de Partículas al cual se sujetarán las Unidades Minero - Metalúrgicas será de 100 mg/m³ medido en cualquier momento en el punto o puntos de control.

Artículo 4º.- Nivel Máximo Permisible de Emisión de Plomo

El Nivel Máximo Permisible de Emisión de Plomo al cual se sujetarán las Unidades Minero - Metalúrgicas será de 25 mg/m³ medido en cualquier momento en el punto o puntos de control.

Artículo 5º.- Nivel Máximo Permisible de Emisión de Arsénico

El Nivel Máximo Permisible de Emisión de Arsénico al cual se sujetarán las Unidades Minero - Metalúrgicas será de 25 mg/m³ medido en cualquier momento en el punto o puntos de control.

Artículo 6º.- Concentraciones de gases y partículas en zonas habitadas

Las concentraciones de Gases y Partículas presentes en el ambiente de zonas habitadas ubicadas dentro del área de influencia de la Unidad Minero - Metalúrgica, no deberán superar los Niveles de Calidad de Aire vigentes en el país, por efecto de las emisiones de dicha Unidad.

Artículo 7º.- Caso de parámetros no regulados

Los titulares mineros deberán asegurar que los parámetros no regulados por la presente Resolución Ministerial, no excedan los niveles máximos permisibles establecidos por las disposiciones legales vigentes sobre calidad de aire.

Artículo 8º.- Establecimiento de un Punto de Control para cada Fuente Emisora

Los titulares mineros están obligados a establecer en el EIA y/o PAMA, un punto de control por cada fuente emisora, así como un número apropiado de estaciones de monitoreo a fin de determinar la cantidad y concentración de cada uno de los parámetros regulados, además del flujo de descarga. Dichos puntos de control y estaciones de monitoreo deberán ser identificados empleando la ficha del Anexo 2, la cual forma parte de la presente Resolución Ministerial. Además deberá de indicarse el número y tipo de los equipos de detección a emplear.

Artículo 9º.- Mediciones realizadas conforme a lo establecido en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones para el Subsector Minería

Para efectos del monitoreo de las emisiones y la calidad del aire, se considerarán como válidas las mediciones efectuadas de acuerdo a lo establecido en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire

y Emisiones para el Sub-Sector Minería, publicado por la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas.

Artículo 10º.- Eliminación o cambio de uno o más Puntos de Control

Los titulares mineros podrán eliminar o cambiar la ubicación de uno o más puntos de control o estaciones de monitoreo, previa aprobación de la Dirección Dirección General de Asuntos Ambientales Ministerio de Energía y Minas República del Perú General de Asuntos Ambientales, para lo cual será necesario presentar la documentación sustentatoria.

Artículo 11º.- Frecuencia de presentación de los reportes

La frecuencia de presentación de los reportes será trimestral y deberá de coincidir con el último día hábil de los meses de marzo, junio, setiembre y diciembre. El reporte del mes de junio y el consolidado anual estarán contenidos en el Anexo 1 del Decreto Supremo N° 016-93-EM.

Artículo 12º.- Registro a ser llevado conforme a los formatos del protocolo

Los titulares mineros llevarán un registro según los formatos que se especifican en el Protocolo mencionado en el artículo 9º, el mismo que deberá ser presentado al Auditor Ambiental, cuando éste lo requiera.

Artículo 13º.- Definiciones

Para efectos de la presente Resolución Ministerial se tomará en consideración las siguientes definiciones:

Concentración media aritmética diaria. –

Es la concentración obtenida al dividir la suma de las concentraciones medidas durante 24 horas entre el número de mediciones efectuadas. Para éste efecto las muestras se tomarán en 16 horas como mínimo.

Concentración media aritmética anual. -

Es la concentración obtenida al dividir la suma de los valores calculados para la concentración media aritmética diaria entre el número de días en que efectivamente se realizaron estas mediciones. Para tal efecto se tendrá en consideración la duración del año calendario.

Concentración media geométrica anual. –

Es la concentración obtenida de extraer la raíz enésima (n es el número de valores calculados para la concentración media aritmética diaria) del producto de las concentraciones medias aritméticas.

Emisión. –

Descarga de anhídrido sulfuroso, partículas, plomo y arsénico a la atmósfera medida en el o los puntos de control.

Partículas. –

Son los sólidos sedimentables y en suspensión emitidos desde un punto de control.

Partículas en Suspensión. -

Son las partículas con diámetro aerodinámico inferior a 10 micras.

Parámetro Regulado. –

Aquel parámetro que se encuentra definido en la presente Resolución Ministerial.

Punto de Control. –

Ubicación definida en el EIA o PAMA y aprobada por la Autoridad Competente, establecida para la medición de las emisiones, de acuerdo a los criterios establecidos en el Protocolo de Calidad de Aire y Emisiones, para el Sub-Sector Minería.

Estación de Monitoreo. -

Área en el que se ubican los equipos de monitoreo, definida en el EIA o PAMA y aprobada por la Autoridad Competente, establecida para la medición de la calidad del aire, de acuerdo a los criterios establecidos en el Protocolo de Calidad de Aire y Emisiones, para el Sub-Sector Minería.

ANEXO 4. Formato de control de Producción / Calidad

Condiciones de trabajo

Fecha	4/01/2019	
Lote	001	
	Estandar	Lote actual
Materiales		
Arcilla	Poroto	Santiago de Cao
Arena	El Milagro	El Milagro
Mezcla		
Arcilla (carretilladas)	45	45
Arena (carretilladas)	16	16
Agua (latas)	11	11
Tiempo mínimo de mezcla (min)	30	35
Tiempo de reposo (Horas)	18	20
Moldeado		
Secado (Días)	4	4

Horneo (10 muestras por cada hora de descarga)

Color	Palido	<input checked="" type="checkbox"/>	Estandar	<input checked="" type="checkbox"/>	Quemado	<input type="checkbox"/>
	Palido	<input type="checkbox"/>	Estandar	<input checked="" type="checkbox"/>	Quemado	<input checked="" type="checkbox"/>
	Palido	<input type="checkbox"/>	Estandar	<input checked="" type="checkbox"/>	Quemado	<input type="checkbox"/>
	Palido	<input type="checkbox"/>	Estandar	<input checked="" type="checkbox"/>	Quemado	<input type="checkbox"/>
	Palido	<input checked="" type="checkbox"/>	Estandar	<input type="checkbox"/>	Quemado	<input type="checkbox"/>
	Palido	<input type="checkbox"/>	Estandar	<input checked="" type="checkbox"/>	Quemado	<input type="checkbox"/>
	Palido	<input type="checkbox"/>	Estandar	<input checked="" type="checkbox"/>	Quemado	<input type="checkbox"/>
	Palido	<input type="checkbox"/>	Estandar	<input checked="" type="checkbox"/>	Quemado	<input type="checkbox"/>
	Palido	<input checked="" type="checkbox"/>	Estandar	<input type="checkbox"/>	Quemado	<input type="checkbox"/>
	Palido	<input type="checkbox"/>	Estandar	<input checked="" type="checkbox"/>	Quemado	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/> 2		<input type="checkbox"/> 7		<input type="checkbox"/> 1

ANEXO 5. Formato de Control calidad Ladrillo

Medición del Alabeo del ladrillo

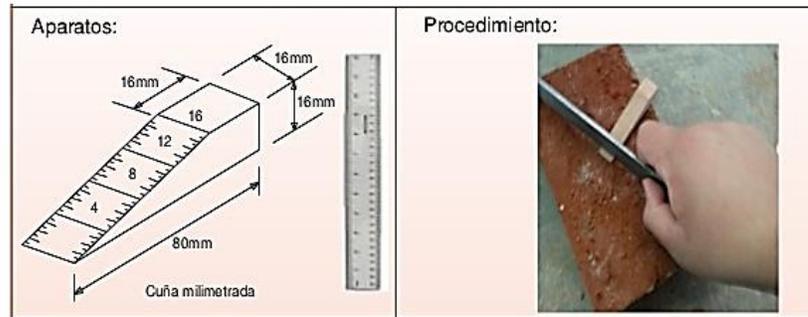
Medición de concavidad o convexidad del ladrillo horneado

Fecha

4/01/2019

Lote

OO1



(20 muestras por cada hora de descarga)

Hora	Máximo (mm) NTP 399.613	Muestra (mm)
	4.0	4.5
	4.0	4.1
	4.0	3.9
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	
	4.0	

ANEXO 6. Fotos Ladrillera Josselyn

