

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS

**“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE LADRILLOS EN LA EMPRESA LADRILLERA
MAXX S.A.C. DE LA CIUDAD DE TACNA, 2020”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. ARENA FERNANDA PINEDA ALMARAZ

Bach. INGRID GIANELLA TORRES MERINO

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS

**“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE LADRILLOS EN LA EMPRESA
LADRILLERA MAXX S.A.C. DE LA CIUDAD DE TACNA, 2020”**

Tesis sustentada y aprobada el 10 de diciembre del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: Mtro. ABEL EDUARDO FERNÁNDEZ MAURIAL

SECRETARIO: Mtro. JAIME LIZARDO CARPIO CAMACHO

VOCAL: Mtro. ERNESTO ALESSANDRO LEO ROSSI

ASESOR: Mtro. LUIS ENRIQUE ESPINOZA VILLALOBOS

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo *Arena Fernanda Pineda Almaraz*, en calidad de: *Egresado* de la Escuela Profesional de *Ingeniería Industrial* de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI 74402821

Yo *Ingrid Gianella Torres Merino*, en calidad de: *Egresado* de la Escuela Profesional de *Ingeniería Industrial* de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI 70616393

Declaro bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:

“Análisis y propuesta de mejora del proceso de Fabricación de ladrillos en la empresa Ladrillera Maxx S.A.C. de la ciudad de Tacna, 2020”

La misma que presento para optar:

Título Profesional de Ingeniería Industrial

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a *la Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a *la Universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera Manual del plan e informe de investigación 107 ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o

conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 05 de diciembre de 2021



Arena Fernanda Pineda Almaraz

DNI: 74402821



Ingrid Gianella Torres Merino

DNI: 70616393

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis abuelos, por todo el tiempo que invirtieron en criarme, brindándome siempre su amor, confianza y sabiduría, por alentarme a seguir adelante a pesar de las adversidades, y siempre buscar lo mejor para mí.

A mi madre por todo su cariño, guía y apoyo, por compartir mis momentos felices, ambiciones, sueños e inquietudes, por ser mi fortaleza en todo momento.

A mis tías, por ser mi apoyo emocional a lo largo de esta tesis y nunca perder sus esperanzas en mí.

A mis dos pequeños ángeles guardianes, porque su sola presencia alegraba mis días.

A mi compañera de tesis, te conocí el primer día que inicio esta aventura y es un honor poder culminar esta etapa contigo, descubrí en ti una bella amistad que espero conservar el resto de mi vida.

A mis docentes, por todo el conocimiento que me brindaron, poniendo su esfuerzo y dedicación en cada lección.

Arena Fernanda Pineda Almaraz

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, sin duda alguna, ellos son un pilar importante en mi vida y nada de esto sería posible sin su apoyo, gracias a ellos tengo una carrera y soy una persona con principios y valores. Agradezco todo el amor, la confianza y el tiempo que me brindaron, por estar para mí en todo momento y alentarme a que cumpla con mis sueños e ideales.

A mi hermano, que con su ejemplo de constancia y perseverancia, me demostró que se puede llegar muy lejos a pesar de las adversidades.

A mis dos ángeles que están en el cielo, mis abuelitos, mis segundos padres, que desde pequeña me brindaron su amor incondicional, me apoyaron en todo lo que necesitaba y buscaron lo mejor para mí, y aunque ya no están aquí y no pudieron verme terminar la carrera, sé que siempre guiarán mi camino.

A mis tíos, que son parte importante de mi familia, por brindarme sus consejos y querer siempre lo mejor para mí.

A mi compañera de tesis, a quien conocí desde el primer día de universidad y con quien a lo largo de estos años he compartido alegrías, proyectos y momentos importantes. Tengo el privilegio de sellar esta vida universitaria contigo, gracias por esta bella amistad, que estoy segura, perdurará siempre.

A mis docentes, por brindarme las herramientas necesarias para llevar adelante esta carrera. Gracias a ustedes por todas las clases y por todo el esfuerzo que pusieron en cada una de ellas.

Ingrid Gianella Torres Merino

AGRADECIMIENTO

Los autores manifiestan su agradecimiento a todos aquellos que nos apoyaron con la elaboración de esta investigación y con nuestro desarrollo personal y profesional: A Dios, por ser una guía en nuestro camino y permitirnos llegar a donde estamos, porque sin Él nada sería posible.

A nuestras familias, por todo su amor, confianza y apoyo a lo largo del desarrollo de este proyecto, por creer siempre en nosotras y ser el impulso de nuestros sueños.

A la empresa Ladrillera Maxx, por permitirnos obtener la información necesaria para llevar a cabo esta investigación.

A nuestro asesor, Ingeniero Luis Espinoza por brindarnos consejos y correcciones que nos permitieron culminar satisfactoriamente esta tesis.

A nuestro director de escuela, Ingeniero Abel Fernández por habernos apoyado dándonos recomendaciones, porque a pesar de su ocupada agenda siempre tuvo tiempo para nosotras.

Al Ingeniero Oscar Cárdenas por estos cinco años de enseñanza y haber compartido con nosotras sus conocimientos para ser cada día mejor.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema General	3
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes	6
2.1.1. Antecedentes Internacionales	6
2.1.2. Antecedentes Nacionales	6
2.2. Bases Teóricas.....	7
2.2.1. Definición de Ladrillo	7
2.2.2. Definición de Arcilla	7
2.2.3. Definición de Procesos	8
2.2.4. Mejora Continua de Procesos	8
2.2.5. Ciclo de Mejora Continua (PHVA)	8
2.2.6. Control de Calidad.....	9
2.2.7. Herramientas de Calidad	10

2.2.8.	Control estadístico de procesos.....	16
2.2.8.1.	Gráficas de control para variables	16
2.2.8.2.	Gráficas de control para atributos.....	17
2.2.9.	Capacidad del Proceso	19
2.2.10.	Rendimiento Laboral	20
2.2.11.	Capacitación.....	20
2.2.12.	Stock de Seguridad	20
2.2.13.	Pronósticos.....	21
2.2.14.	Indicadores de Rentabilidad	22
2.3.	Definición de términos	23
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		25
3.1.	Tipo y Diseño de investigación	25
3.2.	Población y/o muestra del estudio	25
3.3.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	25
3.4.	Procesamiento y análisis de datos	25
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		27
4.1.	Descripción de la empresa	27
4.1.1.	Historia de la empresa.....	27
4.1.2.	Identificación del sector económico	30
4.1.3.	Antecedentes generales de la organización	30
4.1.3.1.	Misión.....	30
4.1.3.2.	Visión	30
4.1.3.3.	Políticas.....	30
4.1.3.4.	Valores	31
4.1.3.5.	Objetivos estratégicos	31
4.1.3.6.	Organización de la empresa.....	32
4.1.4.	Identificación y descripción de clientes	33
4.1.4.1.	Definición de clientes.....	33
4.1.4.1.	Cartera de productos.....	33

4.1.5.	Mapa de procesos de la empresa.....	35
4.1.6.	Descripción de los recursos e insumos utilizados en el proceso misional	36
4.1.7.	Descripción del proceso de fabricación	36
4.2.	Diagnóstico de la situación actual.....	41
4.2.1.	Diagnóstico de los problemas.....	41
4.2.1.1.	Nivel de capacidad del personal	46
4.2.1.2.	Diagnóstico del proceso crítico	60
4.3.	Definición y desarrollo de la propuesta de mejora	66
4.3.1.	Definición de la propuesta	66
4.3.2.	Desarrollo de la propuesta de mejora	67
4.3.2.1.	Primera Propuesta: Implementar cartas y gráficos de control de variables	67
4.3.2.2.	Segunda Propuesta: Plan de Producción	102
4.3.2.3.	Tercera Propuesta: Plan de Capacitación	123
4.4.	Análisis Económico	135
4.4.1.	Costo de implementación de la propuesta de mejora	135
4.4.2.	Beneficios de implementación de la propuesta.....	138
4.4.3.	Evaluación de la propuesta	140
4.4.3.1.	Flujo de caja.....	140
CAPÍTULO VIII: DISCUSIÓN.....		144
CONCLUSIONES		145
RECOMENDACIONES.....		146
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		147
ANEXOS		150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tipos de gráficos de control y sus usos	11
Tabla 2.	Productos de la Ladrillera Maxx S.A.C.	34
Tabla 3.	Producción en unidades en el año 2019.....	42
Tabla 4.	Cantidad de productos defectuosos en unidades en el año 2019.....	43
Tabla 5.	Porcentaje de productos defectuosos en unidades en el año 2019	43
Tabla 6.	Ponderación de las causas.....	46
Tabla 7.	Valores asignados a la escala de calificación	47
Tabla 8.	Valores asignados a la escala de calificación	48
Tabla 9.	Percepción de los trabajadores sobre su capacidad.....	49
Tabla 10.	Percepción de los trabajadores sobre su creatividad.....	49
Tabla 11.	Percepción de los trabajadores sobre la realización de tareas desafiantes	50
Tabla 12.	Percepción de los trabajadores sobre su proactividad.....	51
Tabla 13.	Percepción de los trabajadores sobre los resultados que deben lograr	51
Tabla 14.	Percepción de los trabajadores sobre la actualización de sus conocimientos	52
Tabla 15.	Percepción de los trabajadores sobre nuevos desafíos	53
Tabla 16.	Percepción de los trabajadores sobre la planificación del trabajo	53
Tabla 17.	Percepción de los trabajadores sobre la actualización de sus habilidades	54
Tabla 18.	Percepción de los trabajadores sobre la participación en las reuniones	55
Tabla 19.	Percepción de los trabajadores sobre su planificación.....	55
Tabla 20.	Percepción de los trabajadores sobre quejas en el trabajo.....	56
Tabla 21.	Comentarios de los trabajadores sobre los aspectos negativos del trabajo a sus compañeros	57
Tabla 22.	Percepción de los trabajadores sobre su actitud frente a los problemas.. ..	57

Tabla 23.	Percepción de los trabajadores sobre los aspectos negativos en el trabajo	58
Tabla 24.	Comentarios de los trabajadores sobre los aspectos negativos del trabajo a terceros	59
Tabla 25.	Priorización de cursos	60
Tabla 26.	SIPOC Extendido del Proceso de ladrillos	62
Tabla 27.	Matriz de Ponderación.....	65
Tabla 28.	Soluciones propuestas a los problemas	66
Tabla 29.	Ficha para gráfico de control de variables para el control de la humedad	68
Tabla 30.	Ficha para gráfico de control de variables para el control de la humedad	72
Tabla 31.	Ficha para gráfico de control de variables para el control de la dureza.....	75
Tabla 32.	Ficha para gráfico de control de variables para el control de la temperatura	78
Tabla 33.	Ficha para gráfico de control de variables para el control de la humedad	81
Tabla 34.	Ficha para gráfico de control de variables para el control de la resistencia	85
Tabla 35.	Matriz para el control de materia prima.....	100
Tabla 36.	Matriz para el control de producto terminado.....	101
Tabla 37.	Ventas de ladrillos del año 2018-2020.....	102
Tabla 38.	Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Hércules I	106
Tabla 39.	Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Blocker II	108
Tabla 40.	Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Pirámide 15	110
Tabla 41.	Producción proyectada para el año 2021.....	112
Tabla 42.	Stock de seguridad mensual en el año 2021	113
Tabla 43.	Stock de seguridad semanal en el año 2021	113

Tabla 44.	Punto de pedido mensual de producto en el año 2021	114
Tabla 45.	Punto de pedido semanal de producto en el año 2021	115
Tabla 46.	Requerimiento de producción mensual de ladrillos Hércules I para el año 2021	116
Tabla 47.	Requerimiento de producción mensual de ladrillos Blocker II para el año 2021	116
Tabla 48.	Requerimiento de producción mensual de ladrillos Pirámide 15 para el año 2021	117
Tabla 49.	Requerimiento de producción semanal de ladrillos Hércules I para el año 2021	117
Tabla 50.	Requerimiento de producción semanal de ladrillos Blocker II para el año 2021	118
Tabla 51.	Requerimiento de producción semanal de ladrillos Pirámide 15 para el año 2021	118
Tabla 52.	Capacidad de un vagón por tipo de ladrillo	119
Tabla 53.	Cantidad de vagones semanal y diarios necesarios para cubrir los requerimientos de producción del ladrillo Hércules I	120
Tabla 54.	Cantidad de vagones semanal y diarios necesarios para cubrir los requerimientos de producción del ladrillo Blocker II	120
Tabla 55.	Cantidad de vagones semanal y diarios necesarios para cubrir los requerimientos de producción del ladrillo Pirámide 15	121
Tabla 56.	Producción de ladrillos por vagón y por unidad por día al mes	122
Tabla 57.	Número de personas a capacitar	124
Tabla 58.	Personal por capacitar	125
Tabla 59.	Presupuesto de la capacitación	136
Tabla 60.	Presupuesto para la asignación de responsabilidades	136
Tabla 61.	Presupuesto para equipos de laboratorio	137
Tabla 62.	Unidades vendidas de ladrillos con baja calidad	138
Tabla 63.	Unidades recuperadas en el plan de mejora	139
Tabla 64.	Flujo de caja del año 2020	141
Tabla 65.	Flujo de caja con propuesta de mejora	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Gráfico de Control	10
Figura 2	Diagrama de causa y efecto	12
Figura 3	Diagrama de flujo	13
Figura 4	Diagrama de dispersión.....	13
Figura 5	Diagrama de Pareto	14
Figura 6	Histograma	15
Figura 7	Hoja de verificación	15
Figura 8	Representación gráfica VAN - TIR.....	23
Figura 9	Ubicación en el mapa satelital de Ladrillera Maxx S.A.C.	28
Figura 10	Distribución de planta de Ladrillera Maxx S.A.C.	29
Figura 11	Organigrama de la Ladrillera Maxx S.A.C.....	32
Figura 12	Mapa de procesos de la Ladrillera Maxx S.A.C.	35
Figura 13	Diagrama de Flujo de la Ladrillera Maxx S.A.C.....	39
Figura 14	Diagrama de flujo de la elaboración de ladrillos.....	40
Figura 15	Diagrama de Pareto de los Tipos de ladrillo que se fabricaron en el año 2019	41
Figura 16	Diagrama de Ishikawa del exceso de productos defectuosos.....	44
Figura 17	Prueba de normalidad para la variable humedad en la materia prima ..	69
Figura 18	Transformación de Johnson para la variable humedad en la materia prima	70
Figura 19	Gráfica de control I-MR para la variable humedad en la materia prima.	71
Figura 20	Prueba de normalidad para la variable humedad en el proceso de Amasado II	73
Figura 21	Grafica de control I-MR para la variable humedad en el proceso de Amasado II	74
Figura 22	Prueba de normalidad para la variable dureza en el proceso de Prensado	76
Figura 23	Grafica de control I-MR para la variable dureza en el proceso de Prensado	77

Figura 24	Prueba de normalidad para la variable temperatura en el proceso de Prensado.....	79
Figura 25	Grafica de control I-MR para la variable temperatura en el proceso de Prensado.....	80
Figura 26	Prueba de normalidad para la variable humedad en el proceso de Secado	82
Figura 27	Transformación de Johnson para la variable humedad en el proceso de Secado	83
Figura 28	Grafica I- MR para la variable humedad en el proceso de Secado	84
Figura 29	Prueba de normalidad para la variable resistencia en el producto terminado	86
Figura 30	Grafica de control I-MR para la variable resistencia en el producto terminado	87
Figura 31	Diagrama de Flujo – Ensayo de Contenido de Humedad	89
Figura 32	Diagrama de Flujo – Ensayo de Límite líquido.....	90
Figura 33	Diagrama de Flujo – Ensayo de Límite plástico	91
Figura 34	Diagrama de Flujo – Índice de Plasticidad	92
Figura 35	Diagrama de Flujo – Análisis Granulométrico	93
Figura 36	Diagrama de Flujo – Ensayo de Resistencia a la compresión.....	94
Figura 37	Diagrama de Flujo – Ensayo de Absorción	95
Figura 38	Diagrama de Flujo – Ensayo de Eflorescencia	96
Figura 39	Diagrama de Flujo – Ensayo de Alabeo.....	97
Figura 40	Diagrama de Flujo – Ensayo de Variación Dimensional.....	98
Figura 41	Diagrama de Flujo – Ensayo de Porcentaje de vacíos.....	99
Figura 42	Venta de ladrillo Hércules para los años del 2018 al 2020.....	103
Figura 43	Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Hércules I	107
Figura 44	Venta de ladrillo Blocker II para los años del 2018 al 2020.....	107
Figura 45	Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Blocker II	109
Figura 46	Venta de ladrillo Pirámide 15 para los años del 2018 al 2020.....	109

Figura 47	Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Blocker II	111
Figura 48	Ficha descriptiva del curso de Seguridad y Salud en el Trabajo	126
Figura 49	Ficha descriptiva del curso de Liderazgo y Motivación Laboral.....	127
Figura 50	Ficha descriptiva del curso de Mantenimiento Industrial	128
Figura 51	Ficha descriptiva del curso de Calidad	129
Figura 52	Ficha descriptiva del curso de Electricidad de Soldadura Industrial	130
Figura 53	Ficha descriptiva del curso de Instrumentación Industrial	131
Figura 54	Ficha descriptiva del curso de Maquinaria	132
Figura 55	Cronograma de capacitaciones	134

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Producción anual de los tipos de ladrillos	150
Anexo 2.	Formato de incidencia de ladrillo defectuoso	151
Anexo 3.	Cuestionario para evaluar el rendimiento laboral	154
Anexo 4.	Parámetros de Calidad Críticos	155
Anexo 5.	Muestras.....	156
Anexo 6.	Capacidad del Proceso.....	162
Anexo 7.	Formatos	168

RESUMEN

La presente investigación realiza el análisis, evaluación y diseño de propuestas de mejora, mediante el control estadístico de procesos y la elaboración de un plan de producción. Además, resalta la importancia de contar con un personal de planta capacitado y dispuesto a cumplir con las actividades de manera correcta. Tiene como objetivos medir la variabilidad y detectar las causas que influyan en los procesos para mejorar la calidad y reducir la cantidad de productos defectuosos. Asimismo, estandarizar la línea de cocción para contribuir con dicho fin. Para dar solución, primero se propone emplear el control estadístico a fin de identificar las variaciones que impiden que el proceso sea estable y en base a ello determinar las causas de las mismas. Del mismo modo, un plan de producción para estandarizar la línea de cocción, que no solo tome en cuenta el requerimiento de ventas sino también las características de cada ladrillo al momento de la cocción y no se combinen varios tipos en la línea. Por último, un plan de capacitaciones que se complementa con la aplicación de una encuesta al personal obrero de la empresa que comprende temas específicos para cada grupo de trabajo y un cronograma para desarrollarlo de forma anual. Las propuestas de mejora expuestas se complementan entre si y contribuyen de manera directa e indirecta a la disminución de la cantidad de productos defectuosos.

Palabras clave: Control Estadístico de Procesos, Capacitación, Estandarización, Plan de producción, Productos defectuosos.

ABSTRACT

This research aims to carry out analysis, evaluation and an improvement proposal design through statistical control of processes and the elaboration of a production plan. It also highlights the importance to have trained plant personnel willing to carry out activities correctly. It has as objectives to measure variability and detect causes that influence processes, in order to improve quality and reduce the number of defective products. It also aims to standardize the firing line and contribute with the objectives proposed. In order to provide solutions, statistical control is proposed to identify the variations that prevent the process from being stable being these the basis to determine the causes. In addition, establish a production plan to standardize de cooking line which not only takes into account the sales requirement, but also the characteristics of each brick at the cooking not combining different types on the line. Finally, a training plan that is complemented with the application of a survey to the company's workers, including specific topics for each working group and a schedule to be developed on annual basis. The proposed improvement proposals complement each other, contributing directly and indirectly to the reduction in the number of defective products.

Key words: Statistical Process Control, training, standardization, production plan, defective product.

INTRODUCCIÓN

En el sector de la construcción, el ladrillo ha sido utilizado a lo largo de los años como el cimiento de las construcciones en el sector privado y público. Antiguamente el ladrillo se fabricaba de forma artesanal, pero gracias a la tecnología hoy en día se fabrica de forma automatizada.

Ladrillera Maxx es una empresa de la región de Tacna que se dedica a la fabricación y comercialización de ladrillos. A pesar de tener tecnología automatizada presenta fallas dentro del sistema operativo que desencadenan en la obtención de una cantidad considerable de subproductos que están fuera de los estándares de calidad.

Esta investigación tiene como propósito aportar a la reducción de productos defectuosos en el proceso de fabricación a través de un enfoque de Control Estadístico de Procesos y a su vez implementar controles de calidad tanto en la materia prima como en el producto terminado.

Las estrategias planteadas proporcionaran el mejoramiento en los procesos para obtener una ventaja comparativa por sobre las demás empresas del sector industrial.

En el primer capítulo se hace mención de antecedentes tanto nacionales como internacionales con el fin de tener trabajos de referencia que apoyen la investigación, seguidamente se muestran las bases teóricas que son los conceptos utilizados que sirven para fundamentar el trabajo.

En el segundo capítulo se hace de conocimiento la descripción de la empresa comenzando por una breve reseña sobre la historia de la misma, pasando por sus antecedentes generales, así como la descripción de sus clientes y productos, terminando con un mapa de procesos que permite conocer las operaciones involucradas.

Dentro del tercer capítulo, se explica el proceso a mejorar correspondiente a la fabricación de ladrillos, y se describe la problemática que enfrenta. Como primer paso, se determinaron los productos con mayor demanda a través del diagrama de

Pareto y de ellos se obtuvo el porcentaje de productos que no cumplían con los estándares de calidad. Además, se hizo un análisis de las posibles causas de este problema.

En el cuarto capítulo se desarrollan las propuestas como sustento del análisis planteado en el capítulo anterior. En la primera, se utiliza el Control Estadístico de Procesos para determinar los límites de control. En la segunda, se propone un plan de producción para estandarizar los productos en la línea de cocción. Como tercera y última propuesta, se sugiere un cronograma de capacitaciones con el fin de reforzar los conocimientos de los trabajadores.

En el quinto capítulo se realiza el análisis económico de la propuesta, el cual comprende la determinación de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor Actual Neto (VAN), proyección de ingresos y relación costo – beneficio.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Ladrillera Maxx es una empresa que fabrica y comercializa productos mecanizados de arcilla cocida, cerámicos y prefabricados de concreto, bloquetas y adoquines para el sector de construcción.

Está enfocada en el cumplimiento de las exigencias del mercado. Sin embargo, se evidencia una deficiente gestión de las operaciones, ya que no existen parámetros que permitan dar seguimiento a los productos defectuosos, además de la ausencia de control en la materia prima.

Actualmente, la empresa cuenta con una significativa cantidad de productos defectuosos, los mismos que pasan a la venta como subproductos de baja calidad, lo que da lugar no solo a pérdidas económicas sino también a la desvalorización de la imagen de la marca, considerando que en la región Tacna se encuentra en primer lugar.

Uno de los principales problemas que afronta la empresa surge por la inexistente estandarización de productos en la línea de cocción, debido al desconocimiento por parte del personal que no toma en cuenta los requerimientos de cada tipo de ladrillo, lo que da como resultado un producto terminado con manchas que afectan visualmente la presentación final.

Es por ello, que dentro de la revisión y continua innovación de procesos se plantea la presente línea de investigación a fin de minimizar la variabilidad de los procesos involucrados en la línea de producción de ladrillos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

Es posible mediante un análisis y una propuesta de mejora del proceso de fabricación de ladrillos reducir los productos defectuosos y proporcionar un producto de calidad a partir de una recolección de datos y estadísticas.

1.2.2. Problemas específicos

- a. El análisis del proceso tendrá impacto en los productos defectuosos en la fabricación de ladrillos.
- b. La definición de la propuesta de mejora y plan de acción tendrá impacto en los productos defectuosos en la fabricación de ladrillos.
- c. La definición de los mecanismos e indicadores de control y seguimiento tendrán impacto en los productos defectuosos en la fabricación de ladrillos.
- d. La realización del análisis económico y financiero de la propuesta tendrá impacto en los productos defectuosos en la fabricación de ladrillos.

1.3. Justificación e importancia de la investigación

La presente línea de investigación permitirá describir los procesos para la producción de ladrillos en la línea de productos de la empresa, analizar las distintas etapas de su producción y proveer un esquema de optimización que permita minimizar la humedad del producto terminado.

Es importante conocer los parámetros (como humedad, temperatura, dureza, entre otros) para cada tipo de ladrillo, para que así la línea de cocción sea homogénea, ya que al incorporar varios de estos en el proceso de horneado no se toman en cuenta los requerimientos necesarios para cada uno de ellos.

De igual manera beneficiará a la empresa ya que incrementará tanto su rentabilidad como la cantidad de clientes que se encuentren satisfechos al conseguir los productos que requieren para la construcción.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Realizar el análisis y propuesta de mejora del proceso de fabricación de ladrillos de la empresa Ladrillera Maxx.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Analizar el proceso de la fabricación de ladrillos en la empresa Ladrillera Maxx.
- b. Definir la propuesta de mejora y plan de acción en el proceso de fabricación de ladrillos de la empresa Ladrillera Maxx.
- c. Definir los mecanismos e indicadores de control y seguimiento en el proceso de fabricación de ladrillos de la empresa Ladrillera Maxx.
- d. Realizar el análisis económico y financiero de la propuesta en el proceso de fabricación de ladrillos de la empresa Ladrillera Maxx.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Quintero y González (2013), en su estudio “Propuesta de un modelo de gestión por procesos para mejorar la productividad el área de producción de la empresa ladrillera La Ximena” de la Universidad San Buenaventura, Santiago de Cali, Colombia, propusieron incrementar la productividad en la línea de producción de ladrillos a través de la metodología PHVA, logrando la mejora continua por medio de la estandarización de procesos.

Vega y Díaz (2014), en su tesis “Aprovechamiento de los gases generados por el horno Hoffman para mejorar la zona de secado en la ladrillera Ocaña” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña en la ciudad de Ocaña-Colombia; propusieron un sistema de extracción de humedad y renovación de aire para mejorar el proceso de secado de los ladrillos, reduciendo los tiempos y mejorando su estado al momento de ingresar al horno para su cocción.

Solís (2014), en su tesis “Evaluación del proceso productivo de la planta industrial Ladrillera Terraforte”, ubicada en el sector de Calacalí en el periodo 2012-2013” de la Universidad Internacional SEK en la ciudad de Calacalí-Ecuador, realizó la propuesta de análisis estadístico de los parámetros de temperatura, presión, flujomásico y flujo volumétrico que corresponden a los diferentes procesos, lo que permitió la elaboración del diagrama de procesos y balance de masa. Además, se realizaron pruebas de humedad y granulometría, así como estudio energético de la planta, se obtuvo un rendimiento en la producción del 72 %.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Merino (2017), en su investigación “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de producción de una empresa ladrillera, Carabaylo, 2017” por la Universidad Cesar Vallejo, Lima, presentó la propuesta de realizar un mantenimiento productivo total con el objetivo de reducir los índices de merma que se generaban por las paradas de planta innecesarias en la línea de

producción de ladrillos. Esto ha permitido mejorar la mejorar la productividad, la calidad de producción y la rentabilidad.

Barranzuela (2014), en su investigación “Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura”, de la Universidad de Piura, Piura, se identificó que el proceso de compactación es ineficaz y no cumple con los requisitos exigidos por la NTP 331.017 para el ladrillo industrial. Además, para estandarizar los procesos se necesitó conocer los componentes mineralógicos de la materia prima y se descubrió que para mejorar la succión es necesario saturar los ladrillos antes de su uso.

Del Carpio (2016), en su tesis “Propuesta de Mejora en el Área de Producción para incrementar las ventas de Ladrillos de la Ladrillera Continental SAC-Arequipa”, de la Universidad Católica de Santa María en la ciudad de Arequipa-Perú, se realizó un diagnóstico de la empresa y a partir de él se plantearon propuestas para aumentar la venta de ladrillos. Se concluyó que se debía realizar la implementación del horno Túnel y con esto se logró la mejora de los procedimientos, obteniendo una capacidad entre 2800 a 3200 t por mes. Además, la capacitación del personal fue necesaria para reducir el tiempo de producción de 168 a 105 horas.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Definición de Ladrillo

La Norma Técnica Peruana 331.017. *Unidades de albañilería*. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos (2015) denomina al ladrillo como “Unidad de albañilería fabricada con arcilla, esquisto arcilloso, o substancias terrosas similares de ocurrencia natural, conformada mediante moldeo, prensado, o extrusión y sometida a un tratamiento con calor a temperaturas elevadas (quema).”

2.2.2. Definición de Arcilla

La Norma Técnica Peruana 331.017. *Unidades de albañilería*. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos (2015) denomina a la arcilla como el “Agregado mineral terroso o pétreo que consiste esencialmente de silicatos de

aluminio hidratados, plástica cuando está suficientemente pulverizada y humedecida, rígida cuando está seca, y vítrea cuando se quema a una temperatura suficientemente alta (del orden de 1000 °C).”

El carbonato de calcio es la impureza más peligrosa que viene mezclada con la arcilla, ya que después del proceso de cocción, se hidrata a causa de la humedad del entorno y ocasiona fracturas en el ladrillo.

2.2.3. Definición de Procesos

“Proceso es un conjunto de actividades que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en bienes o servicios capaces de satisfacer las expectativas de distintas partes interesadas: clientes externos, clientes internos, accionistas, comunidad” (Bonilla et al., 2010).

2.2.4. Mejora Continua de Procesos

“La mejora continua de los procesos es una estrategia de la gestión empresarial que consiste en desarrollar mecanismos sistemáticos para mejorar el desempeño de los procesos y, como consecuencia, elevar el nivel de satisfacción de los clientes internos o externos y de otras partes interesadas (stakeholders)” (Bonilla et al., 2010).

2.2.5. Ciclo de Mejora Continua (PHVA)

El ciclo PHVA (planear, hacer, verificar, actuar), también llamado el Círculo de Deming, expone a través de etapas el proceso de mejora continua.

a. Etapa de planear (P)

Paso 1: Selección del tema.

Es este paso se determina el proyecto, se comprende las razones de su selección, se trazan objetivos medibles en un marco de tiempo y se establece un programa de actividades.

Paso 2: Comprender la situación actual.

En este paso se estudian los datos disponibles para entender los efectos del problema.

Paso 3: Analizar las causas del problema.

En este paso, mediante una lluvia de ideas, se analizan las posibles causas del problema, se clasifican según su importancia y se establecen las acciones correctivas.

b. Etapa de Hacer (H)

En esta etapa se proponen las soluciones y se ejecuta el programa de actividades. Se deben establecer las acciones a realizar, los recursos a usar, capacitar al personal y seleccionar a los encargados de la implementación.

c. Etapa de Verificar (V)

En esta etapa se comprueba el efecto de la solución implementada, mediante la comparación del desempeño del proceso anterior y actual.

Si no se cumplen los objetivos propuestos, se debe retornar a la etapa anterior, en cambio, si se logran los resultados, se continúa con la siguiente etapa.

d. Etapa de Actuar (A)

En esta etapa se deben documentar los procedimientos a fin de uniformizarlos. Es necesario establecer indicadores que permitan un adecuado control del proceso (Singh, 1997).

2.2.6. Control de Calidad

El Control de Calidad es un método eficaz que se realiza en una organización con el propósito de producir bienes y servicios más económicos, que logren la plena satisfacción del consumidor (Feigenbaum, 2007).

2.2.7. Herramientas de Calidad

a. Gráfico de control

Un gráfico de control es un esquema que describe las mediciones de un intervalo de tiempo de uno o varios aspectos de calidad del proceso que se encuentra en investigación. Es una técnica que se utiliza para determinar factores de fluctuación de un proceso (Montgomery y Runger, 2007).

A continuación en la figura 1 se muestra un ejemplo de gráfica de control.

Figura 1

Gráfico de Control



Nota. Adaptado de Montgomery (2005)

Las cartas de control se pueden categorizar en dos clases: gráficos de control de variables y gráficos de control de atributos (Montgomery, 2005).

A continuación en la tabla 1 se muestra los usos de los gráficos de control, tanto para variables como atributos.

Tabla 1*Tipos de gráficos de control y sus usos*

Categoría	Tipo de gráfico	Cantidad estadística	Aplicación
<i>Gráficos de control de variables</i>	Gráfico $\bar{x} - R$	Media y rango	Monitorear el control promedio del proceso o nivel de calidad medio
	Gráfico $\bar{x} - S$	Media y desviación estándar	Monitorear la variabilidad del proceso
	Gráfico $\bar{I} - RM$	Lecturas individuales y rangos móviles	Monitorear el proceso usando un tamaño de muestra $n=1$. Es decir, la muestra consta de una unidad individual. Por ejemplo, cuando se muestrea algún tipo de líquido que tiene comportamiento homogéneo.
<i>Gráficos de control de atributos</i>	Gráfico p	Porcentaje de defectuosos	Reflejar gráficamente el número de unidades defectuosas en muestras de tamaño variable (fracción defectuosa)
	Gráfico np	Número de defectuosos de la muestra	Graficar precisamente las unidades disconformes y no el porcentaje que estas representan, siendo constante el tamaño de la muestra
	Gráfico c	Número de defectuosos	Plasmar gráficamente el número de defectos aparecidos en un producto de tamaño fijado o unidad previamente definida sobre un cierto período de tiempo
	Gráfico u	Número de defectos por unidad de área	Evidenciar gráficamente el número de defectos que aparecen en un producto de tamaño variable sobre un período de tiempo (por ejemplo, irregularidades en las etiquetas de los frascos)

Nota. Adaptado de Asaka (1992)

b. Ishikawa

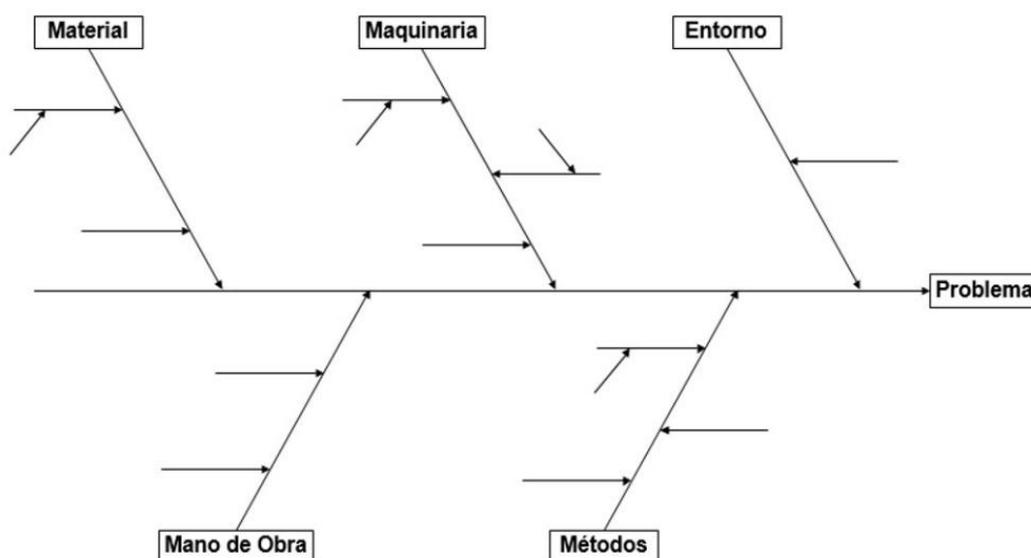
También conocido como diagrama de espina de pescado, es una herramienta que permite que se simplifiquen las relaciones entre las causas y efectos de un proceso.

Posee un extremo, en donde se coloca el problema, que representa la cabeza del pescado, una línea principal, que constituye su columna, y cinco líneas se dirigen desde la línea principal que representan las espinas principales, en esas líneas se colocan las cinco “emes” (mano de obra, material, maquinaria, métodos y entorno). A su vez cada espina principal tiene otras espinas, donde se ubican las causas (Ishikawa, 1989).

A continuación en la figura 2 se muestra un ejemplo del diagrama de Ishikawa.

Figura 2

Diagrama de causa y efecto



Nota. Adaptado de Ishikawa (1989)

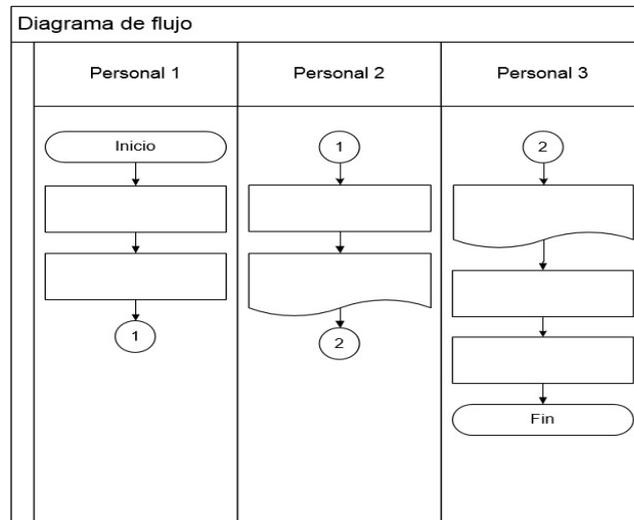
c. Diagrama de flujo

Este esquema comprende una sucesión de fases, procedimientos, actividades, decisiones y otros acontecimientos que se desarrollan dentro de un proceso. Esta representación se realiza a lo largo de formas y símbolos gráficos.

A continuación en la figura 3 se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo.

Figura 3

Diagrama de flujo



Nota. Adaptado de Gilbreth (1921)

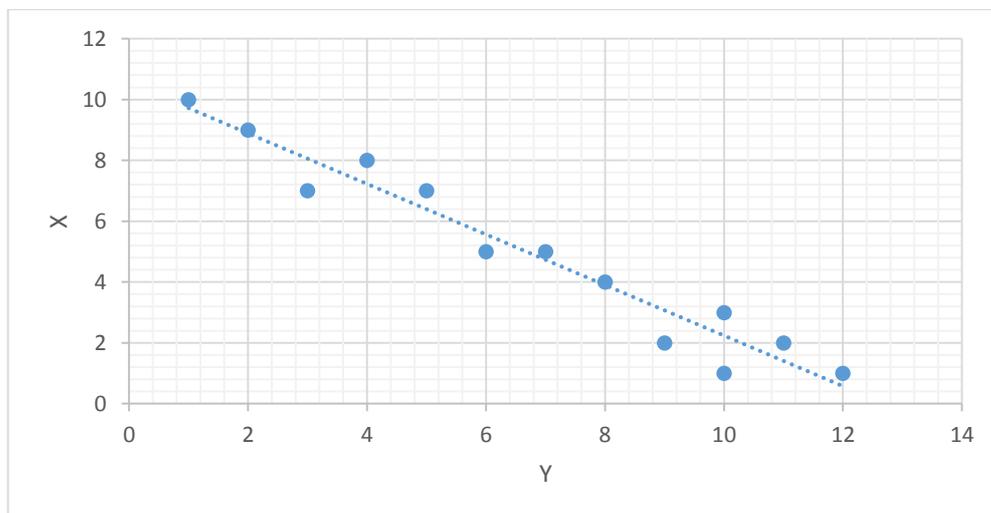
d. Diagrama de dispersión

También conocido como grafica XY. Es una herramienta que permite mostrar la relación que puede ocurrir entre dos variables (Krajewsky, 2000).

A continuación en la figura 4 se muestra un ejemplo de una gráfica XY.

Figura 4

Diagrama de dispersión



Nota. Adaptado de Krajewsky (2000)

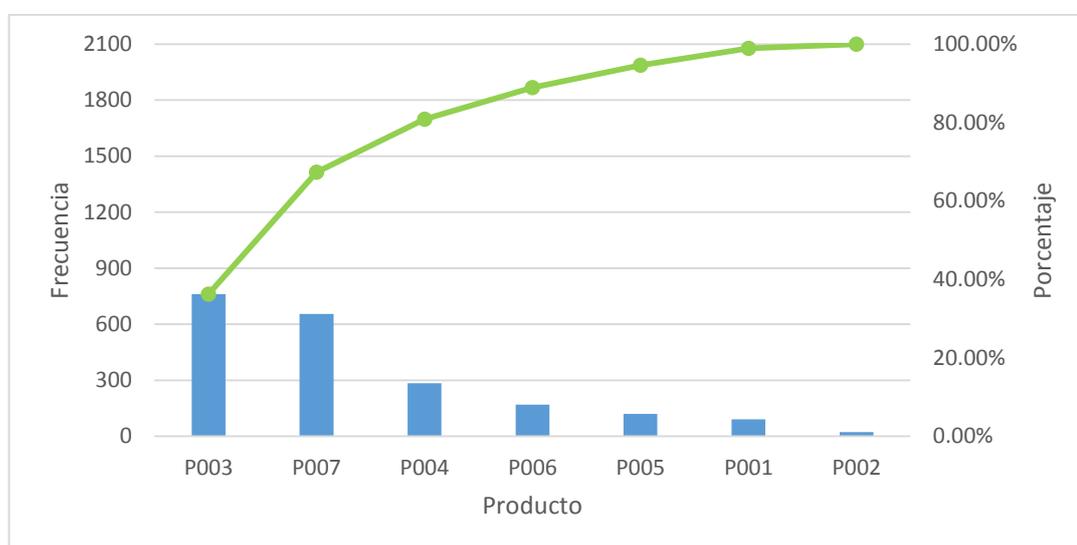
e. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto también conocido como la ley 80/20. Es una herramienta que se aplica para separar los aspectos importantes de los triviales en una problemática, para así controlar las causas vitales, que resolverán varios de los problemas en materia de calidad (Guajardo, 1996).

A continuación en la figura 5 se muestra un ejemplo de un diagrama de Pareto.

Figura 5

Diagrama de Pareto

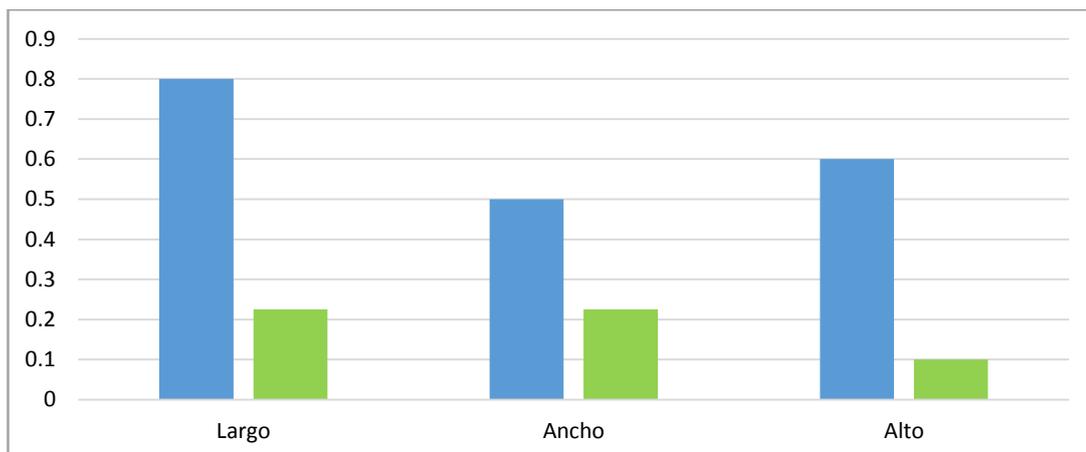


Nota. Adaptado de Guajardo (1996)

f. Histograma

Es una gráfica que representan un conjunto de datos que refleja la distribución. Es utilizado cuando existe una amplia variedad de datos y de esa manera poder obtener una visión más amplia permitiendo realizar comparaciones, observar tendencias, entre otros.

A continuación en la figura 6 se muestra un ejemplo de un histograma.

Figura 6*Histograma*

Nota. Adaptado de Playfair (1786)

g. Hoja de verificación

Una hoja de comprobación es una ficha o formato que permite recoger y recolectar datos que presentan algunas características del producto o servicio, las cuales son medibles (Krajewsky, 2000).

Las hojas de verificación tienen diferentes usos como:

- Examinar y registrar los productos no conforme.
- Analizar y delimitar la ubicación de los defectos.
- Verificar las causas de los productos no conformes.

A continuación en la figura 7 se muestra un ejemplo de una hoja de verificación.

Figura 7*Hoja de verificación*

Defecto	Mes			Total
	Día 1	Día 2	Día 3	
Tamaño erróneo	////	///	///	12
Forma errónea	/	////-//	////	13
Peso erróneo	////- ////	////-//	////-///	25
Total	16	18	16	50

2.2.8. Control estadístico de procesos

Según Gutiérrez y de la Vara (2004), el Control Estadístico de Procesos es la aplicación de conceptos y técnicas estadísticas que permiten encontrar irregularidades en los procesos mediante un control eficaz y a bajo costo y que permite también exponer los hechos en modo de datos y estimar el impacto que tendrán las actividades de mejora. Esta técnica mide los grados de variabilidad de un proceso e identifica cuando está dentro o fuera de control, así como también si estas variaciones se deben a factores naturales o especiales (atribuibles).

Para Prat et al., (2000), el control estadístico de procesos se trata reducir potencialmente la fabricación de productos no conformes. Este tipo de control, se lleva a cabo a través de la selección representativa de características físicas del producto (longitud, peso, diámetro, etc.), o de variables del proceso (temperatura, presión de rodillo, etc.).

2.2.8.1. Gráficas de control para variables

a. *Gráfico $\bar{x} - R$: Media y Rango*

La gráfica \bar{x} se usa para registrar la variación del valor promedio de las muestras.

La gráfica R (rango) también podría servir para fines explicativos. El eje horizontal tiene la leyenda “Número de subgrupo,” para identificar determinada muestra formada por una cantidad fija de objetos.

En general, se usan juntas una gráfica \bar{x} para el control de la tendencia central, y una gráfica R para la dispersión.

La característica que se escoja para elaborar una gráfica \bar{x} y R debe ser una característica de la calidad que se pueda medir y expresar en números. Son adecuadas las características de calidad que se puedan expresar en términos de las siete unidades básicas: longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura, cantidad de sustancia o intensidad luminosa; también cualquiera de las unidades

derivadas, como potencia, velocidad, fuerza, energía, densidad y presión (Besterfield, 2009).

b. Gráfico $\bar{x} - S$

La gráfica S, se calcula usando todos los datos, y no sólo los valores alto y bajo, como se hace en la gráfica R. Una gráfica S es más exacta que una R. Cuando los tamaños de subgrupo son menores que 10, ambas gráficas retratan gráficamente la misma variación; sin embargo, cuando el tamaño de subgrupo aumenta hasta 10 o más, los valores extremos tienen una influencia exagerada sobre la gráfica R. Por lo mismo, se debe usar la gráfica S para tamaños mayores de subgrupo (Besterfield, 2009).

c. Gráfico $\bar{x} - R$: Mediana y Rango

Una gráfica de control simplificada, donde se minimizan los cálculos, es la de mediana y rango. Los datos se reúnen en la forma convencional y se determinan la mediana, Md, y el rango, R, de cada subgrupo. Cuando se usan métodos manuales, esos valores se agrupan en orden creciente o decreciente. La mediana de las medianas de subgrupo, o gran mediana, MdMd, y la mediana de rangos de subgrupo, RMd, se determinan contando hasta el valor en la mitad (Besterfield, 2009).

d. Gráfico $I - RM$

Esta gráfica es usada cuando las características a medir en cualquier punto en el tiempo son relativamente homogéneas; por ejemplo, en algún tipo de mezcla líquida. Se toma subgrupos de tamaño 1. La línea central se basa en el promedio de los datos y los límites de control se basan en la desviación estándar (+/- 3 sigmas) (Montgomery, 2005).

2.2.8.2. Gráficas de control para atributos

a. Gráfico de control p

Una gráfica de proporción o gráfica p muestra la proporción de no conformes en una muestra o subgrupo. La proporción se expresa como fracción o como porcentaje.

La gráfica p se usa para datos consistentes en la proporción de cantidad de ocurrencias de un evento entre la cantidad total de ocurrencias. Se usa en control de calidad para presentar la fracción o porcentaje de no conformes en un producto, característica de calidad o grupo de características de calidad.

La gráfica p es una gráfica extremadamente versátil. Se puede usar para controlar una característica de la calidad, como se hace con la gráfica de X y R , o para controlar un grupo de características del mismo tipo o de la misma parte; o bien, para controlar todo el producto. Con frecuencia se usa para informar el desempeño de un operador, grupo de operadores o de la administración, como medio de evaluar su desempeño de calidad (Besterfield, 2009).

b. Gráfico de control np

La gráfica de número de conformes, o gráfica np , es casi igual que la gráfica p ; sin embargo, no se usan las dos para el mismo objetivo. La gráfica np es más fácil de comprender para el personal de operación, que la gráfica p . También, los resultados de la inspección se anotan directamente en ella, sin hacer más cálculos. Si se permite variar el tamaño de subgrupo, variarán la línea central y los límites de control, lo cual dará como resultado una gráfica casi sin sentido. Por consiguiente, uno de los límites de una gráfica np es el requisito que el tamaño de subgrupo sea constante.

Como la gráfica de número de no conformes es matemáticamente equivalente a la gráfica de proporción de no conformes, la línea central y los límites de control cambian en un factor de n (Besterfield, 2009).

c. Gráfico de control c

La gráfica c se aplica cuando el tamaño de subgrupo es una unidad inspeccionada igual a uno. Una gráfica c muestra la cuenta de no conformidades en una unidad inspeccionada (Besterfield, 2009).

Se usa cuando el tamaño de la muestra no es variable, por ejemplo, cuando la muestra es una plancha de un área determinada (Ishikawa, 1989).

d. *Gráfico de control u*

La gráfica u es matemáticamente equivalente a la gráfica c. Se elabora en la misma forma que la gráfica c, con la recolección de 25 subgrupos, cálculo de la línea central y los límites de control tentativos, estimación de la cuenta estándar o de referencia de no conformidades por unidad, y el cálculo de los límites revisados.

La gráfica u es limitada, porque no se conoce el lugar de las no conformidades.

La gráfica u difiere de la gráfica c en dos aspectos. La primera diferencia es la escala, que es continua para una gráfica u, pero discreta para la gráfica c. La segunda diferencia es el tamaño del subgrupo, que es 1 para la gráfica c (Besterfield, 2009).

Se usa para mostrar la variación del número de defectos por unidad cuando el tamaño de la muestra es variable, por ejemplo, cuando el área de una plancha de acero o de hojas de papel tomados como muestra cambian con el tiempo (Ishikawa, 1989).

2.2.9. Capacidad del Proceso

La capacidad del proceso está relacionada con la uniformidad del mismo. La variabilidad del proceso se relaciona con la tolerancia señalada y permite predecir si un proceso será capaz de cumplir con las especificaciones de diseño.

Para estimar la capacidad de un proceso es necesario cumplir con dos condiciones: la primera es que el proceso esté bajo control estadístico, es decir que no está libre de causa que lo varié, por lo que los puntos de la gráfica siguen dentro de los límites de control. La segunda consideración es que los datos tengan una distribución normal, sin embargo se puede tener en cuenta una cantidad considerable de no normalidad.

Se puede expresar cuantitativamente con el índice de capacidad potencial del proceso (C_p) y el índice de capacidad real del proceso (C_{pk}) (Besterfield, 2009).

2.2.10. Rendimiento Laboral

La valoración del rendimiento está enfocada en la obtención de información en relación al desenvolvimiento de cada uno de los colaboradores en la institución, en función de un determinado número de elementos que se establecen previamente, con el propósito de cuantificar su aporte al logro de los propósitos propios, del área y la organización (Leal, 2004, citado en Pablos y Biedma, 2013).

La definición de la evaluación de desempeño incorpora aspectos novedosos como la productividad. Esta toma en cuenta el conjunto de salidas generadas por la cantidad de empleados. Las mejoras en productividad se ven influenciadas por el empleo de tecnologías innovadoras, mejoras en la organización y en el personal (Dolan, 2007, citado en Pablos y Biedma, 2013).

2.2.11. Capacitación

La capacitación reside en proveer a los trabajadores, las destrezas necesarias para llevar a cabo su trabajo. Proceso de instrucción de las aptitudes fundamentales que los nuevos trabajadores requieren para efectuar su labor (Dessler, 2006).

Desarrollo formativo a corto plazo, empleado de forma sistemática y organizada, a través del cual las personas adquieren actitudes, conocimientos, y habilidades, en función de metas determinadas. La preparación involucra la transferencia de conocimientos concretos referentes al trabajo (Chiavenato, 2007).

2.2.12. Stock de Seguridad

Según, Krajewski et al., (2008) es un remanente de stock que emplean las empresas para protegerse frente a la ambigüedad de la demanda y tiempos de aprovisionamiento. Los inventarios de seguridad son apropiados cuando los proveedores no proporcionan en el tiempo acordado, y con una calidad adecuada, la cantidad de materia prima o productos requeridos.

Cuando se presenten este tipo de dificultades, el stock de seguridad permite que las actividades no se detengan, y en consecuencia, se garantice que el proceso siguiente se ejecute con normalidad.

Las empresas, para elaborar un inventario de seguridad, generan una solicitud de pedido, para que este, sea entregado en una fecha anticipada a la que se requiere normalmente. De esta manera, se garantiza un “colchón” contra la ambigüedad, ya que el pedido de reaprovisionamiento ingresa por adelantado.

2.2.13. Pronósticos

Un pronóstico es una proyección de circunstancias futuras que se emplean con fines de planeamiento.

Los pronósticos tienen una participación decisiva en los planes de negocios, los programas anuales y las estimaciones financieras.

Existen cinco modelos básicos para gran parte de las series de tiempo que se pueden destinar a la demanda:

- Tendencia. El aumento o disminución continua de la media de la serie en el transcurso del tiempo.
- Horizontal. La variabilidad de la información alrededor de una media permanente.
- Cíclico. Un patrón de crecimiento o disminución progresivo y no tan predecible de la demanda, los que se muestran en periodos más extensos (años o decenios).
- Estacional. Una pauta reiterativa de aumento o disminución de la demanda, que se condiciona según la hora del día, el mes o la temporada.
- Aleatorio. La variabilidad inesperada de la demanda (Krajewsk et al., 2008).

2.2.14. Indicadores de Rentabilidad

En la siguiente línea de investigación se desea comparar los beneficios proyectados con su flujo de inversión, por los que se tomaran en cuenta las siguientes herramientas:

a. Valor Actual Neto (VAN)

Según, Solé (2011) es “la sumatoria de los flujos de efectivo netos descontados (“actualizados”) a valor presente al costo de capital de la empresa o del proyecto. Esta es conocida como tasa de descuento, la cual es la rentabilidad mínima aceptable por la empresa.”

Se define matemáticamente como:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} - I_0 = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} - I_0 = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (1)$$

Donde:

B_t : Beneficios del período (t).

C_t : Costos del período (t).

BN_t : Beneficios netos del período (t).

i : Tasa de descuento (costo de oportunidad del capital).

I_0 : Inversión en el período cero.

n : Vida útil del proyecto.

Criterio de aceptación:

- VAN > 0. Es recomendable realizar la inversión en el proyecto analizado.
- VAN = 0. Es indiferente realizar la inversión en el proyecto u optar por la mejor alternativa.
- VAN < 0. No se llevará a cabo la inversión en el proyecto.

b. Tasa Interna de Retorno/Rendimiento (TIR)

Según, Mete (2014) es “la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos. Es

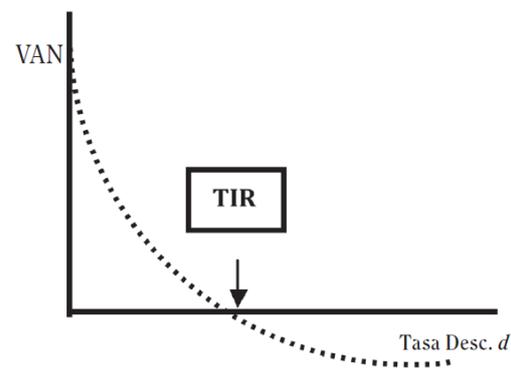
la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del VAN, hace que este sea igual a 0.”

Su interpretación matemática sería:

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0 \quad (2)$$

Figura 8

Representación gráfica VAN - TIR



Nota. Adaptado de Solé (2011)

Si se considera que la tasa de descuento (i) es cero, a medida que aumente la tasa TIR, el VAN empezará a disminuir y en el momento que VAN sea igual a cero, la tasa para la cual la curva del VAN interseca al eje se iguala al nivel de la tasa TIR.

2.3. Definición de términos

a. Calidad:

Según Deming (1989) es “un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo coste, adecuado a las necesidades del mercado”.

b. Mejoramiento continuo:

Harrington (1993) menciona que el mejoramiento continuo representa modificar algo para perfeccionarlo y transformarlo en algo más efectivo, eficiente y ajustable. Se necesita la perspectiva del empresario y del proceso para definir que cambiar y como cambiar.

c. Control Estadístico de Procesos:

“Es una metodología para el seguimiento de un proceso e identificar las causas de variación” (Evans y Lindsay, 2008, pág. 712).

d. Productividad:

Capacidad de empresa o industria para generar productos.

e. Procesos:

Conjunto de acciones desarrolladas en un periodo de tiempo finito.

f. Plan de producción:

Evalúa la cantidad de productos finales que serán fabricados y en qué períodos de tiempo, determinando el programa de ventas de la empresa.

g. Merma:

Disminución de un volumen determinado de mercadería que ocasiona variabilidad, en conclusión, es cuando se da una pérdida de unidades.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Esta investigación es exploratoria pues aun cuando se dispone de abundante información teórica es necesario recabar datos de los procesos involucrados.

Es también del tipo descriptiva ya que se describirá como es la realidad del proceso analizado.

El nivel de estudio comprende el tipo perceptual al explorar los factores para cumplir el objetivo de mejora integral del proceso, así mismo será aprehensivo pues se analizan los datos adquiridos y se comparan con los valores de producción, y por último será comprensivo ya que se harán proyecciones y se plantearán soluciones en base a ellas.

3.2. Población y/o muestra del estudio

La población se compone de 82 trabajadores siendo la muestra de 68. Además, se utilizará un método no probabilístico por conveniencia para las muestras de material.

3.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Las técnicas que se utilizarán son la encuesta a los trabajadores de producción, la entrevista al jefe de área y el diagrama de flujo del proceso.

Los instrumentos que se utilizarán serán el cuestionario, experimentos de laboratorio y matrices de ponderación.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de datos se utilizará el programa SPSS Windows Versión 23, Minitab Statistical Software Versión 19 y WinQSB Versión 2,0.

Para el análisis de datos se utilizarán los gráficos de control, herramienta que permitirá que se detecten las anomalías o alteraciones en el proceso.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Descripción de la empresa

4.1.1. Historia de la empresa

Empresa del Grupo Martorell perteneciente al rubro de la construcción con más de 30 años de experiencia, fundada el 11 de noviembre de 1982 por Don Jorge Martorell Flores, quien aprovecho el aumento de población en la ciudad de Tacna y la ausencia de una empresa dedicada a la elaboración de ladrillos para incursionar en el negocio, al momento de fallecer deja la empresa a cargo de sus cuatro hijos, Guillermo Hernán Martorell Sobero, Fernando Pablo Martorell Sobero, Alberto Martorell Sobero y Carmen Elena Martorell Sobero, siendo esta última la Gerente General de la empresa.

Inició sus operaciones en el Parque Industrial con una planta semi automatizada. Dado los avances tecnológicos, la incorporación de infraestructuras nuevas, temas ambientales y tasas arancelarias favorables, el Grupo Martorell se vio en la necesidad de instalarse en la Zofra Tacna.

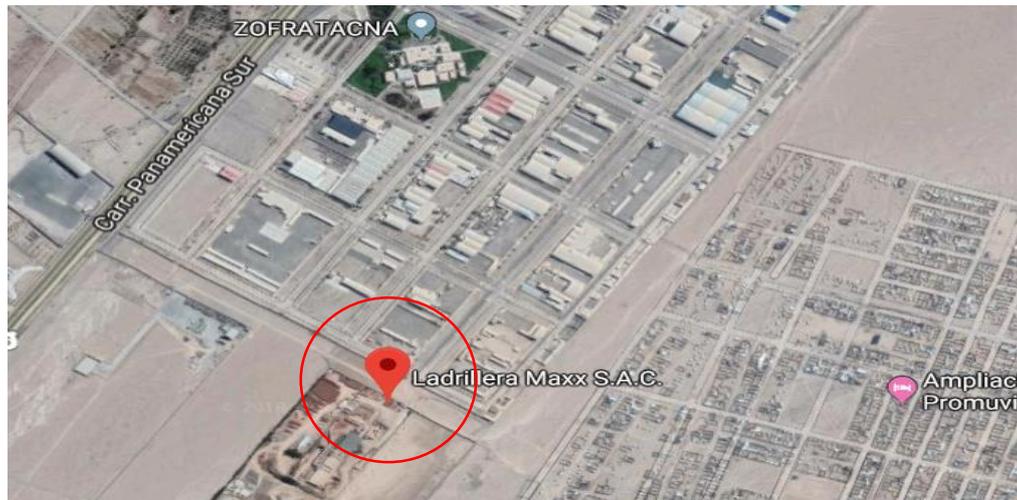
La empresa originalmente fue fundada bajo el nombre de Ladrillera J Martorell, pero en el año 2008 se realizó un estudio de viabilidad sobre un proyecto de planta automatizada, en el año 2012 cuando se hace la transferencia por las necesidades expuestas, se adquiere una planta automatizada en Italia y comienzan a operar con una nueva Razón Social: Ladrillera Maxx S.A.C. Actualmente la empresa cuenta con 133 empleados entre obreros y administrativos y han logrado duplicar su capacidad de producción, secado y quemado, además de una mejora en el tiempo de fabricación pasando de treinta a cinco días.

La nueva planta de fabricación automatizada los sitúa como líderes en tecnología en el sur del país, ha conseguido posicionarse no solo en el mercado local, sino también en provincias como Ilo y Moquegua. Además, cuenta con presencia internacional en la ciudad de Arica.

La planta está ubicada en el complejo Zofra Tacna Manzana K1 lote 1B como se puede observar en la figura 9.

Figura 9

Ubicación en el mapa satelital de Ladrillera Maxx S.A.C.

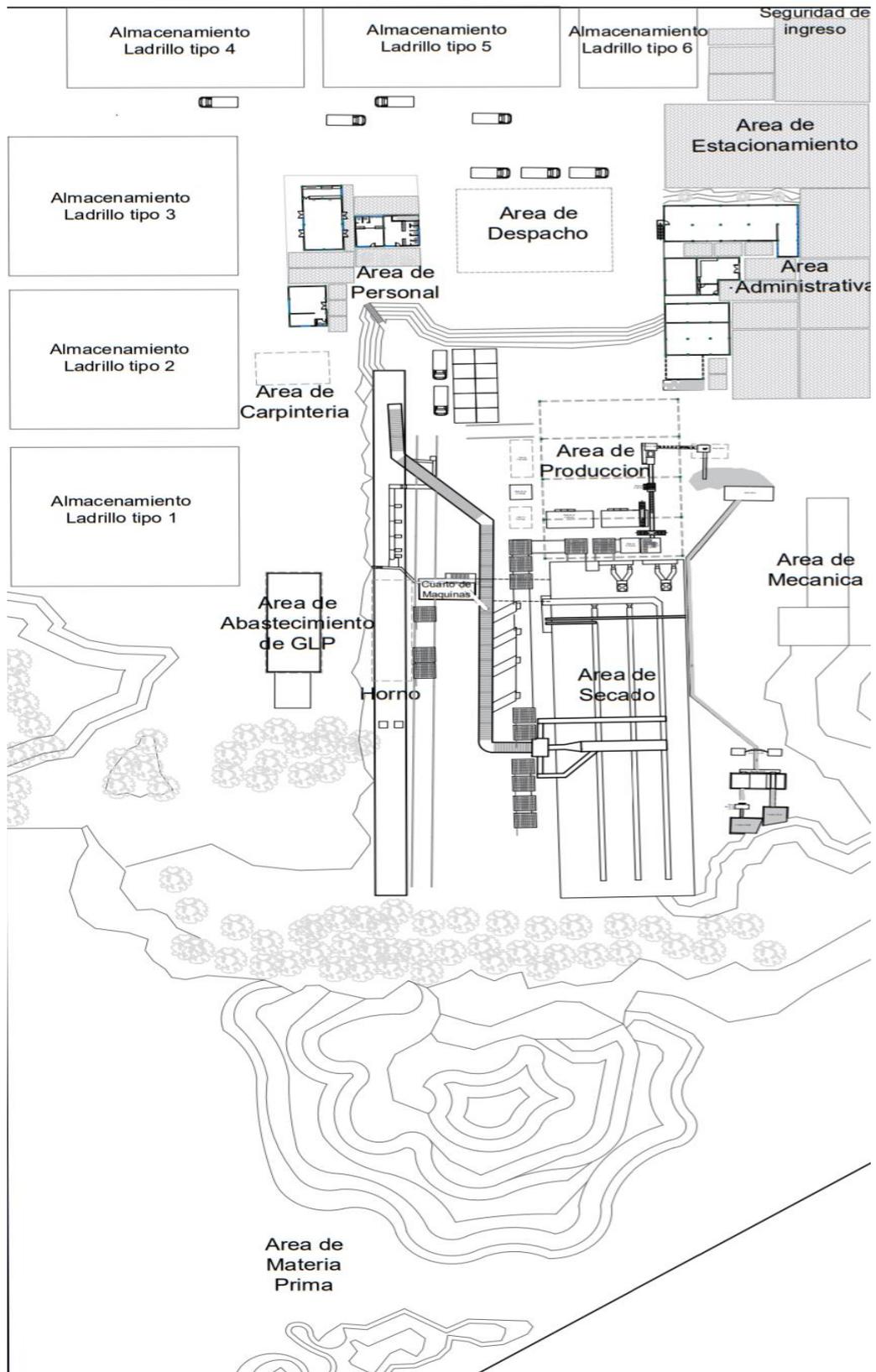


Nota. Adaptado de Google Maps año 2020.

A continuación, en la figura 10 se presenta la organización de los recursos de planta de la empresa.

Figura 10

Distribución de planta de Ladrillera Maxx S.A.C.



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

4.1.2. Identificación del sector económico

Ladrillera Maxx S.A.C. según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) tiene código 2392, que corresponde a la fabricación de materiales de construcción de arcilla.

4.1.3. Antecedentes generales de la organización

4.1.3.1. Misión

“En Ladrillera Maxx, fabricamos y comercializamos una amplia línea de Ladrillos de cerámicos y productos de concretos destinados para la construcción, en todo el Sur del País, atendiendo a las ciudades de Tacna, Ilo, Moquegua, Puno y Cuzco. Por medio de un moderno sistema de fabricación, nuestra firma ofrece al mercado sus productos, bajo un estricto control de calidad, precios competitivos y óptima atención a nuestros clientes respaldada por una innovada tecnología de punta”.

4.1.3.2. Visión

“Aumentar el nivel de vida de nuestros clientes, promoviendo la construcción de viviendas seguras con materiales de calidad, diseños modernos y buen servicio”.

4.1.3.3. Políticas

Ladrillera Maxx se encuentra plenamente comprometida en:

Mejorar la calidad de vida y contribuir a un futuro seguro, confortable y saludable de los clientes mediante una gran variedad de productos que cumplan con los estándares en diseño, calidad y seguridad.

Las unidades de albañilería son fabricadas según las normas técnicas peruanas refrendadas por INACAL y mediante una infraestructura que promueve no solo la protección del medio ambiente con el uso de tecnología limpia y avanzada sino también el desarrollo de los trabajadores.

Está enfocada en la búsqueda de nuevas oportunidades y en el cumplimiento de los estándares de calidad que acorde a la norma y a las exigencias del mercado se logran a través de una cultura orientada en la mejora continua.

4.1.3.4. Valores

- a. Trabajo en equipo
- b. Compromiso
- c. Lealtad
- d. Comunicación

4.1.3.5. Objetivos estratégicos

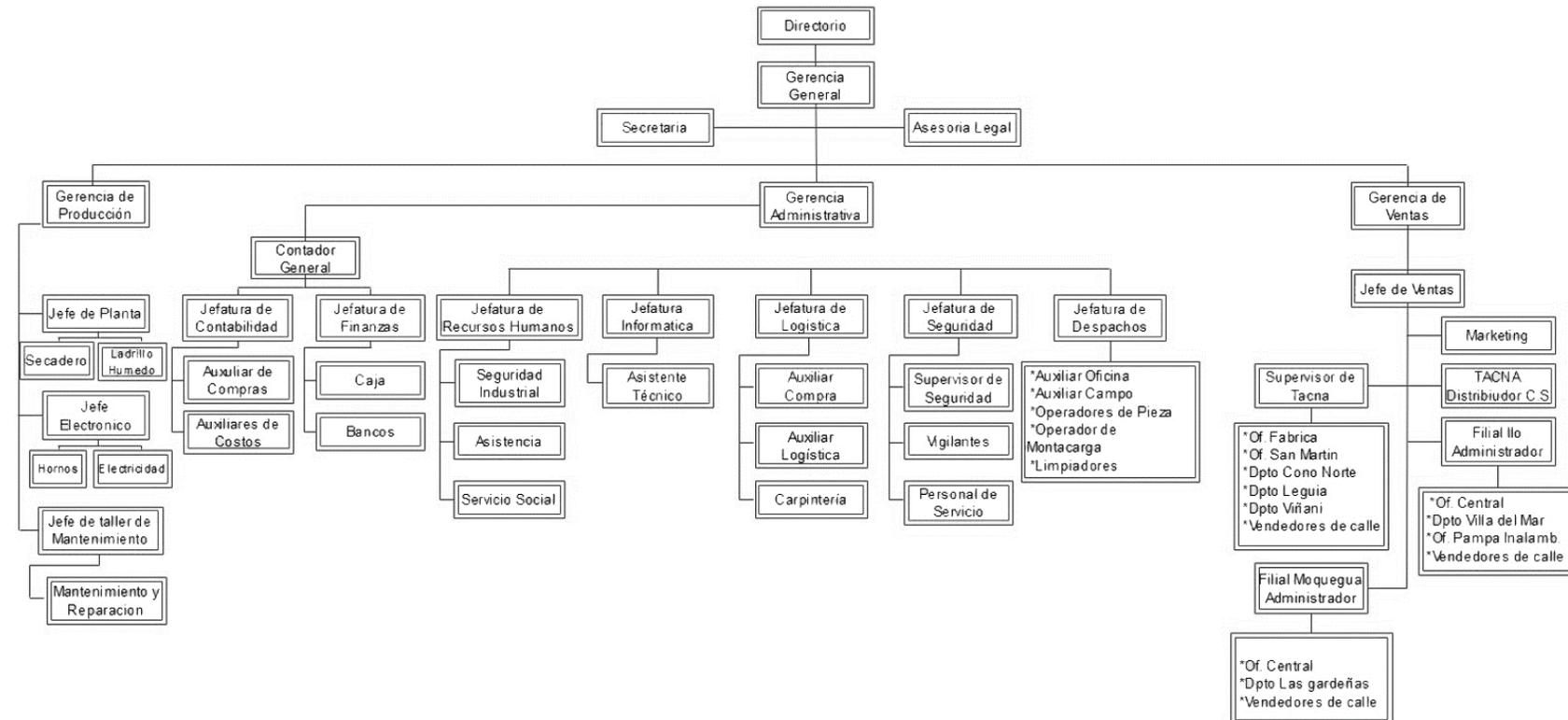
- a. Satisfacer y cumplir las expectativas de los clientes.
- b. Elaborar productos que cumplan con las normas aplicadas al sector.
- c. Desarrollar programas de mantenimiento para conservar nuestros equipos en buen estado y así garantizar la calidad de nuestros procesos y productos.
- d. Promover la competitividad de nuestros trabajadores mediante planes de capacitación constante.
- e. Incrementar la rentabilidad de la empresa a través del estudio de las nuevas tendencias del mercado.

4.1.3.6. Organización de la empresa

La empresa está organizada y consta de:

Figura 11

Organigrama de la Ladrillera Maxx S.A.C.



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

4.1.4. Identificación y descripción de clientes

4.1.4.1. Definición de clientes

Ladrillera Maxx utiliza un sistema de distribución multicanal para la distribución de sus productos.

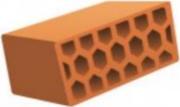
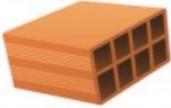
- a. Canal Directo: Ladrillera Maxx suministra sus productos directamente al consumidor final.
 - Depósitos de Tacna, Ilo y Moquegua
 - Puntos de Ventas de Tacna, Ilo y Moquegua
 - Gobierno Regional de Tacna
 - Municipalidad Provincial de Tacna
 - Constructoras como: Siña Meléndez EIRL, Grupo Nymad Ingeniería y Construcción S.A.C. y Armar Proyectos e Inmobiliaria S.A.C.

- b. Canal Indirecto: Ladrillera Maxx suministra sus productos a través de intermediarios, los cuales realizarán la venta al consumidor final.
 - Corporación Heleo S.A.C.
 - Maestro Home Center S.A.
 - Ferreterías como: Distribuidora JM Milagros E.I.R.L.

4.1.4.1. Cartera de productos

A continuación en la tabla 2, se presentan los principales productos de la empresa.

Tabla 2*Productos de la Ladrillera Maxx S.A.C.*

Ladrillos de muro	Nombre comercial
	Ladrillo Pandereta
	Ladrillo Tabique 8
	Ladrillo Blocker II
	Ladrillo Hércules I
Ladrillos para techo	Nombre comercial
	Ladrillo Pastelero
	Ladrillo Pirámide 20
	Ladrillo Pirámide 15
	Ladrillo Pirámide 12
Línea concreto	Nombre comercial
	Bloqueta Maxx
Línea exportación	Nombre comercial
	Ladrillo Oso Grande

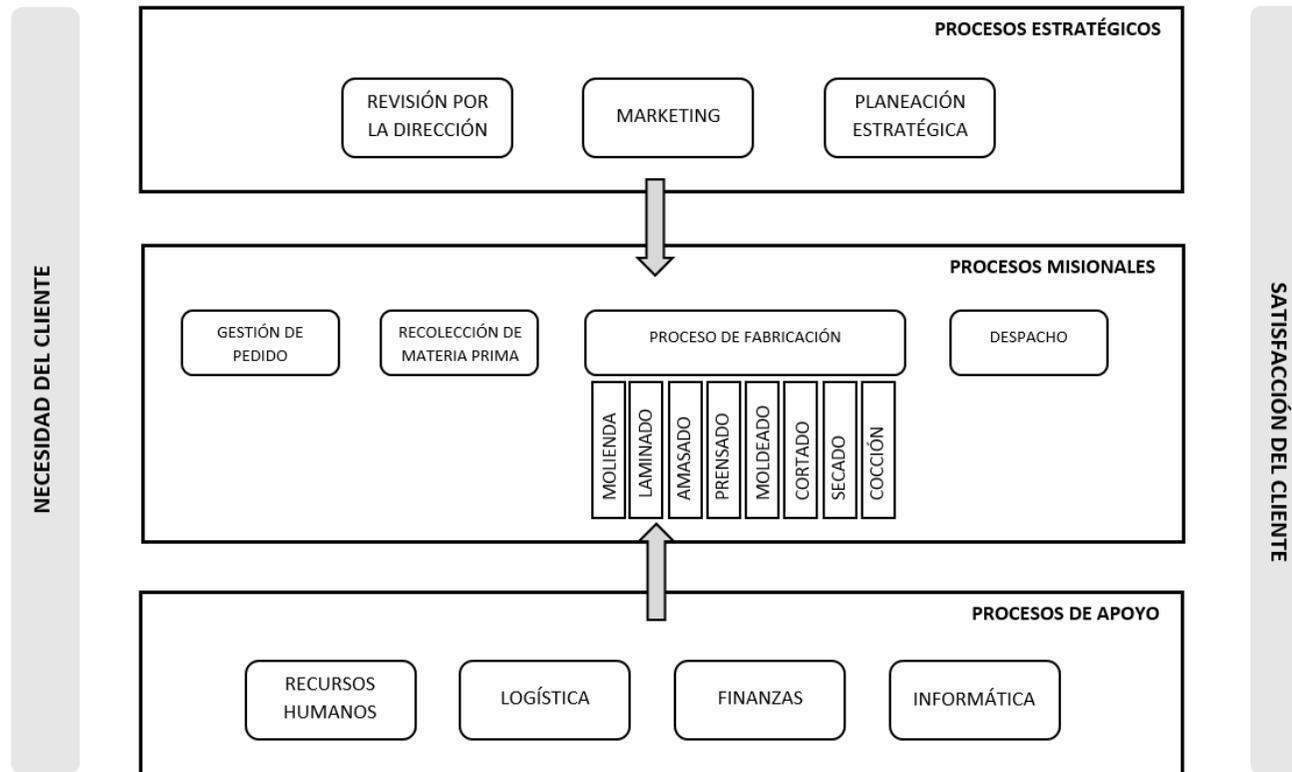
Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

4.1.5. Mapa de procesos de la empresa

A continuación en la figura 12, se muestra el diagrama que representa el proceso de la organización.

Figura 12

Mapa de procesos de la Ladrillera Maxx S.A.C.



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

4.1.6. Descripción de los recursos e insumos utilizados en el proceso misional

Materia Prima:

- Arcilla: La empresa cuenta con una cantera propia, de la cual se extrae el material, cuya característica principal es la plasticidad al tomar contacto con el agua. También la dureza, al ser expuesta a temperaturas elevadas.

Insumos:

- Tierra de Chacra: La empresa extrae el material de su propia cantera.
- Agua: Dentro de las instalaciones, se dispone de un pozo que suministra el agua necesaria.

4.1.7. Descripción del proceso de fabricación

a. *Extracción de materia prima*

Se extrae la materia prima de la cantera y se traslada a la planta de producción. De igual forma la tierra es recepcionada y trasladada a la zona de descarga.

b. *Traslado de materia prima*

Se descarga la arcilla hacia las zonas de almacenamiento mediante palas hidráulicas.

La arcilla y la tierra son cargadas a las tolvas para ser enviadas mediante cintas transportadoras a la zona de molienda.

c. *Molienda*

La arcilla pasa previamente por una primera molienda para ser reducida hasta un tamaño ideal.

A continuación, y mediante una zaranda, la arcilla y la tierra pasan por un proceso de homogenización para lograr separar las partículas gruesas de las finas.

d. Laminado

La arcilla y tierra, ya juntas pasan por un segundo proceso de molienda para refinar todo el material y tenerlo listo para la producción. Mediante una cinta transportadora, la mezcla es trasladada al laminador para triturar los últimos nódulos que pudieran estar en el interior del material.

Seguidamente el material es trasladado mediante una cinta transportadora a la zona de producción.

e. Amasado

En la estación de amasado se recibe la mezcla para continuar con el primer paso de producción: la humidificación. En esta etapa se agrega agua obtenida del subsuelo para lograr la humedad precisa, siendo controlada a través de un manómetro. El suministro de agua es constante, se hace uso de unas piletas vertedoras.

f. Prensado

En la estación de Prensado, el material es trasladado mediante cintas transportadoras hacia la galletera (Prensa de vacío) y recepcionado por una boquilla de alimentación. Mediante este proceso se prensará el material para que este mucho más compacto y se absorban todas las partículas de aire contenidas. Este paso es muy importante porque se consigue homogenizar la arcilla.

g. Moldeado

Se impulsa el material y sale por una boquilla de escape, la cual tiene la misión de darle forma al ladrillo y moldearlo según el tipo que se esté produciendo.

En la etapa de moldeado, el porta boquillas es el que recoge la arcilla y la hace compacta antes de llegar a la boquilla.

h. Cortado

El material ya compacto y moldeado es cortado mediante una máquina de corte, la cual trabaja con un sistema basado en hilos que le da la dimensión óptima al ladrillo. Los especímenes ya formados son recogidos por máquinas hidráulicas que se encargaran del apilamiento.

i. Secado

En los vagones, con los que cuenta la empresa para el traslado de productos, los ladrillos son llevados al cuarto de secado, donde harán un recorrido aproximado de 20 a 25 minutos.

Los ladrillos salen de color blanco y así son transportados por rieles al horno.

j. Cocción

El proceso de cocción se dará a una temperatura de 800°C y harán un recorrido aproximado de 45 minutos.

k. Despacho

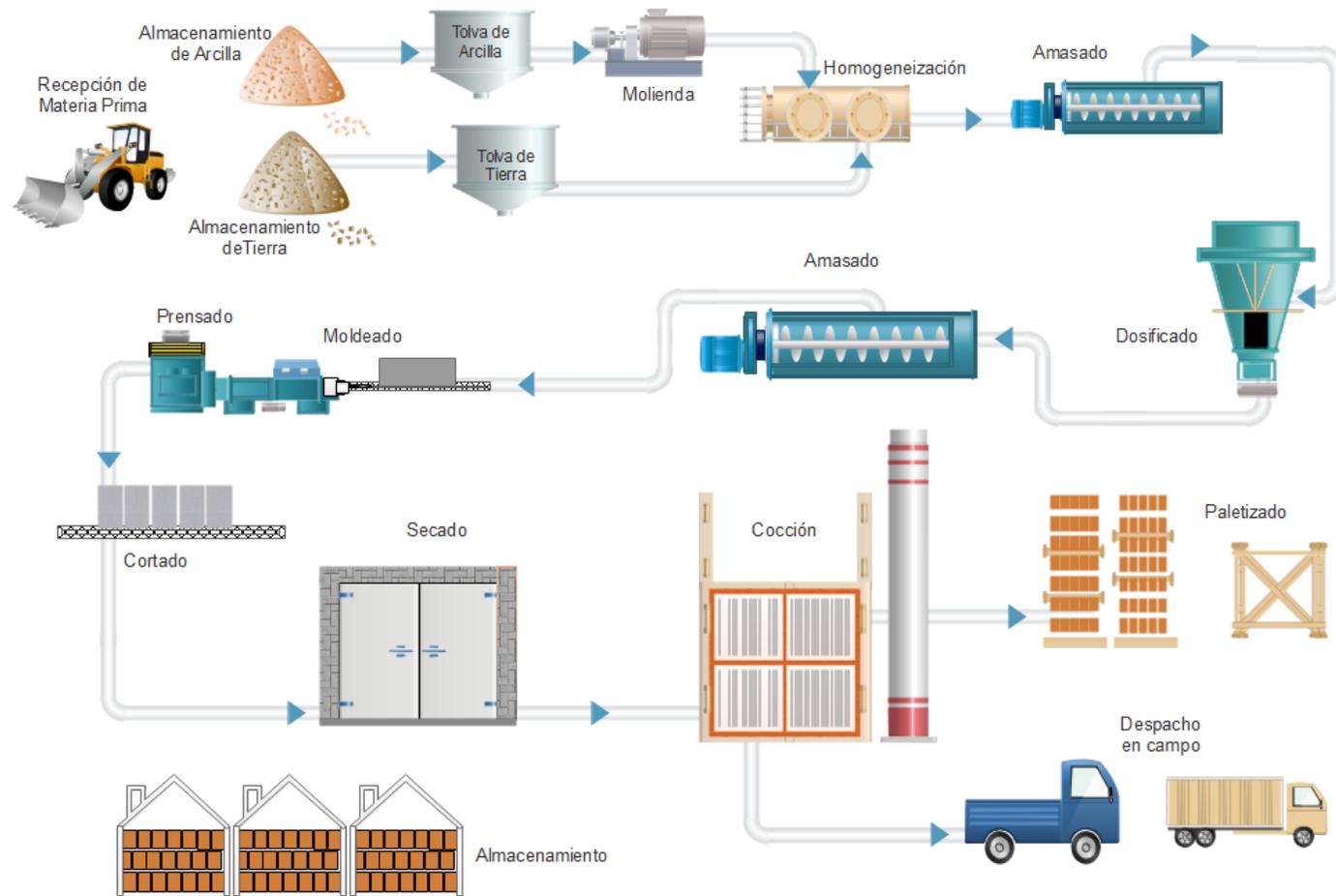
Terminada la etapa de producción, los ladrillos ya listos serán descargados y transportados o bien a la zona de despacho en campo o bien a la zona de embalaje, donde serán colocados en palets para su posterior almacenamiento.

Los ladrillos que son almacenados serán transportados por camiones a los puntos de venta o lugares de distribución.

A continuación, en las figuras 13 y 14 se muestran los diagramas que describen el proceso ya expuesto.

Figura 13

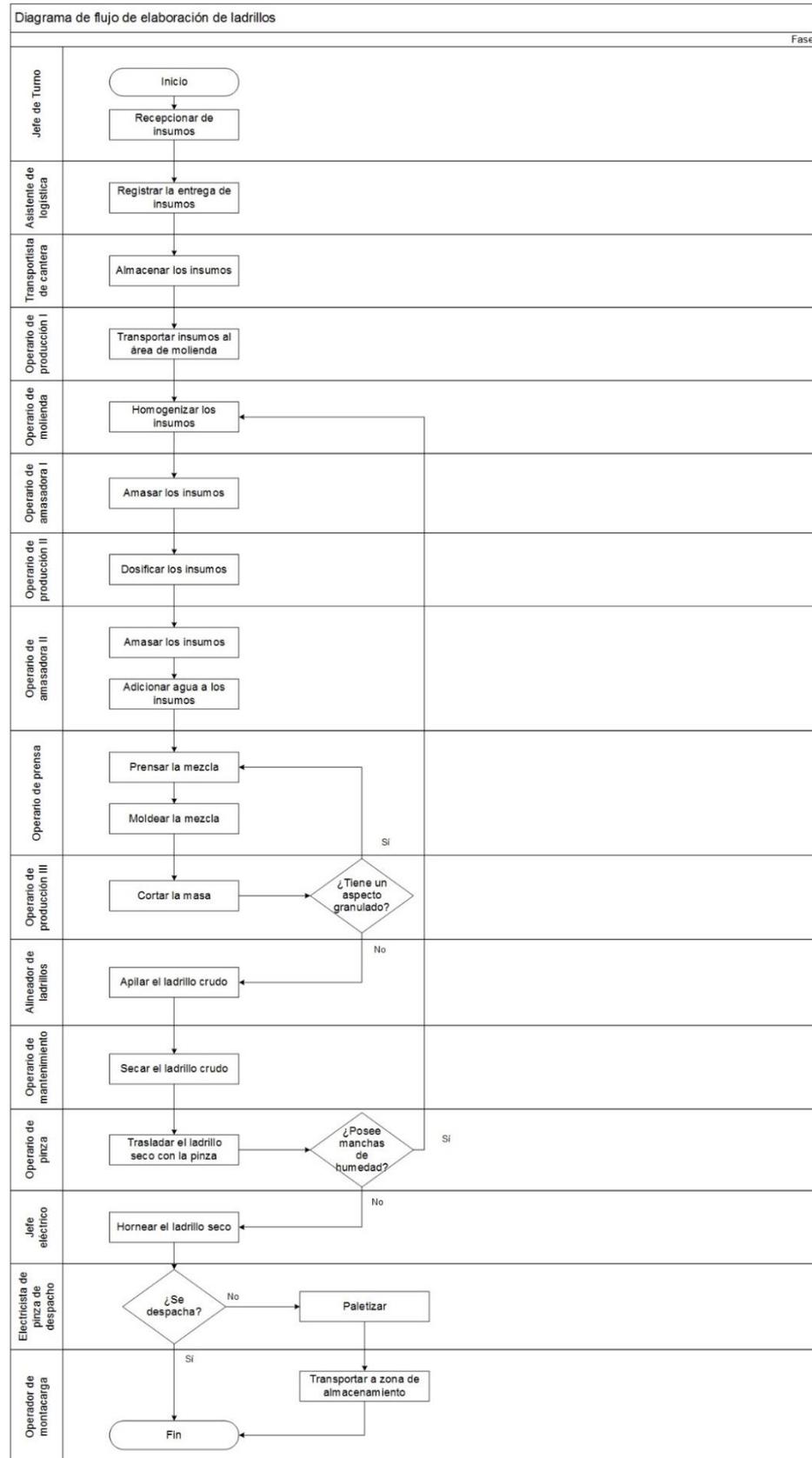
Diagrama de Flujo de la Ladrillera Maxx S.A.C.



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Figura 14

Diagrama de flujo de la elaboración de ladrillos



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

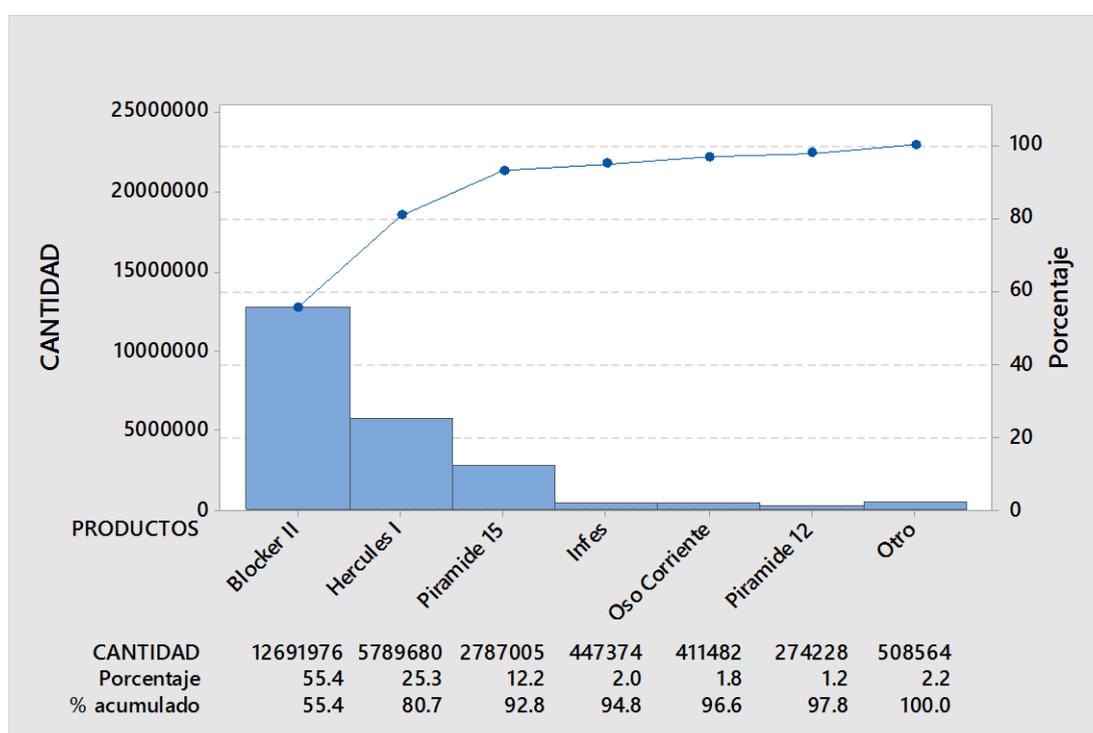
4.2. Diagnóstico de la situación actual

4.2.1. Diagnóstico de los problemas

La empresa maneja 16 tipos de ladrillos, por lo que se eligieron aquellos productos que presentaron mayor demanda por parte de los clientes. Para tal fin, se elaboró un diagrama de Pareto como se puede observar en la figura 15. (Véase anexo 1).

Figura 15

Diagrama de Pareto de los Tipos de ladrillo que se fabricaron en el año 2019



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

El análisis será realizado respecto al año 2019. Se centrará en el 80 % de los productos y se mostrará la demanda y la cantidad de defectos.

A continuación, se muestra en la tabla 3, la producción de ladrillos del año 2019.

Tabla 3*Producción en unidades en el año 2019*

Producto	Blocker II	Hércules I	Pirámide 15
Enero	1302904	520380	290169
Febrero	1061119	379320	251955
Marzo	1335152	596275	255326
Abril	848265	422800	261415
Mayo	637980	443460	139300
Junio	1181278	492131	233363
Julio	1134189	477252	201618
Agosto	1109883	469236	245520
Septiembre	1134846	507222	227862
Octubre	988839	764562	166158
Noviembre	1155483	265818	231750
Diciembre	802,038	451224	282569
Total	12691976	5789680	2787005

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

De la tabla anterior se puede comprobar que el producto de mayor demanda es el ladrillo Blocker II, presentando una producción anual de 12691976 ladrillos. En contraste, el producto Pirámide 15 es el que posee una menor producción con una cantidad anual de 2787005 ladrillos.

A continuación, en la tabla 4, se puede apreciar la cantidad de productos defectuosos que serían aquellos rotos, rajados y quemados, y que fueron muestreados en el año 2019.

Tabla 4*Cantidad de productos defectuosos en unidades en el año 2019*

Producto	Blocker II	Hércules I	Pirámide 15
Enero	13296	4725	6954
Febrero	12152	4388	5805
Marzo	13133	5903	7613
Abril	8104	3751	4780
Mayo	7768	3920	4297
Junio	12382	6144	7369
Julio	8487	5099	6691
Agosto	7070	4382	5896
Septiembre	7092	5500	6931
Octubre	6813	4456	4921
Noviembre	5880	4091	5125
Diciembre	8185	5122	6916
Total	128362	57481	73298

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

De la tabla anterior se puede apreciar que el producto con mayor cantidad de defectos es el Blocker II, presentando un total de 128362 ladrillos.

Para agregar, se presenta en la tabla 5, el porcentaje de ladrillos defectuosos.

Tabla 5*Porcentaje de productos defectuosos en unidades en el año 2019*

Producto	Blocker II	Hércules I	Pirámide 15
Producción	12691976	5789680	2787005
Productos defectuosos	128362	57481	73298
Porcentaje (%)	1,01	0,99	2,63

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Conforme a los datos obtenidos se puede observar que el porcentaje de defectos representa solo la cantidad de producto contabilizado en el área de despacho. Siendo el Pirámide 15, el que posee mayor índice con 2,63 %. Sin embargo, no se tienen contabilizadas las pérdidas de materiales en el proceso. Por lo que estas cifras no reflejarían el total de pérdidas.

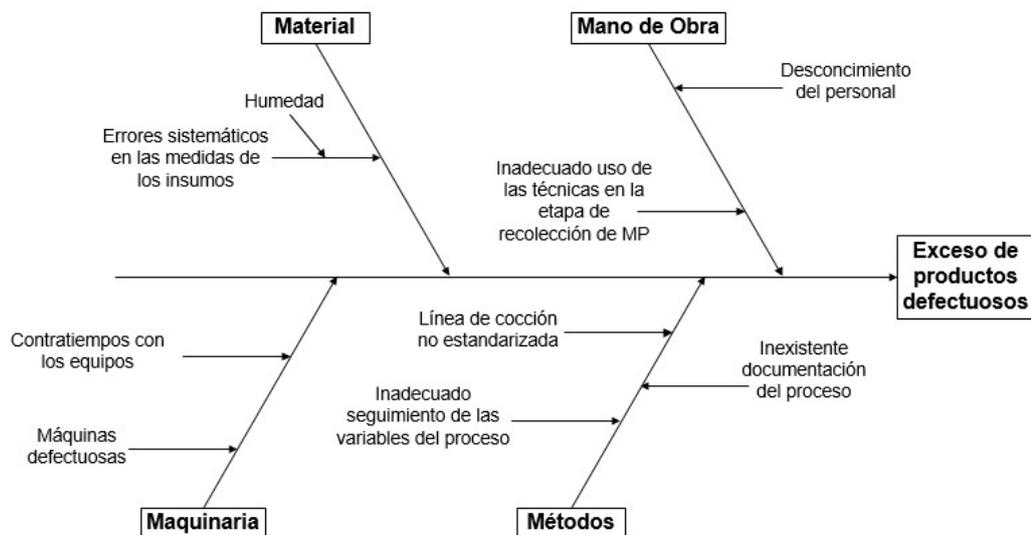
Para complementar el estudio, se han recolectado algunos formatos que muestran el descontento de algunos clientes importantes para la empresa, debido a este porcentaje de productos que no cumplen con los estándares de calidad solicitados. (Véase anexo 2).

Se empleará el diagrama de Ishikawa con la finalidad de catalogar las causas del problema. Para ello se realizó una inspección a la planta y se llevó a cabo una lluvia de ideas en consenso con el jefe del área de producción.

A continuación en la figura 16, se muestra el diagrama, cuyas causas se encuentran ordenadas en las siguientes categorías: Material, mano de obra, maquinaria y métodos.

Figura 16

Diagrama de Ishikawa del exceso de productos defectuosos



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Métodos: En esta categoría se ubican las siguientes causas:

- Inexistente documentación del proceso: No se manejan los pasos de manera estandarizada ni los métodos de manera escrita que permitan orientar el desempeño de los trabajadores.

- Línea de cocción no estandarizada: Los vagones que ingresan al horno muchas veces contienen ladrillos de diferentes tipos, que tienen distintos pesos y dimensiones, los cuales no se toman en cuenta en el momento de la cocción.
- Inadecuado seguimiento de las variables del proceso: No se realizan pruebas que controlen la calidad de la materia prima, de los productos en proceso y terminado.

Maquinaria: En esta categoría se ubican las siguientes causas:

- Máquinas defectuosas: En el secadero, existen ventiladores que hacen circular el aire de manera homogénea a todos los ladrillos crudos. Algunos de estos actualmente se encuentran defectuosos por lo que ciertas unidades salen con una humedad alta (mayor al 3 %).
- Contratiempos con los equipos: Solo se solucionan los problemas cuando se presentan fallos en las maquinas.

Mano de Obra: En esta categoría se ubican las siguientes causas:

- Desconocimiento del personal: Se suscitan paradas de planta de manera recurrente, debido a que el personal esta desactualizado, en temas de manipulación de nuevos equipos y materia prima.
- Inadecuado uso de las técnicas en la etapa de recolección de materia prima: Los operarios de producción clasifican la materia prima en base a su percepción y determinan su aceptación por medio de su sentido del olfato y gusto.

Materiales: En esta categoría se ubican las siguientes causas:

- Errores sistemáticos en las medidas de los insumos: Los operarios no manejan cantidades exactas de agua a la hora de preparar la mezcla por lo cual realizan una formulación tentativa que puede modificar las medidas del producto terminado.

La empresa no dispone de datos que cuantifiquen estas causas, por lo que, se realizó una ponderación en base a la opinión del jefe de producción, quien priorizó los mismos. Se planteó una escala del 1 al 10, mostrada en la tabla 6.

Tabla 6*Ponderación de las causas*

Causas	Ponderación
Inexistente documentación del proceso	4
Línea de cocción no estandarizada	7
Inadecuado seguimiento de las variables del proceso	9
Máquinas defectuosas	3
Contratiempos con los equipos	3
Desconocimiento del personal	5
Inadecuado uso de las técnicas en la etapa de recolección de materia prima	4
Errores sistemáticos en las medidas de los insumos	4

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Se concluyó con el jefe del área de producción que las causas más importantes son aquella que tienen una ponderación mayor o igual a 5:

- Inadecuado seguimiento de las variables del proceso.
- Línea de cocción no estandarizada.
- Desconocimiento del personal.

4.2.1.1. Nivel de capacidad del personal

Como parte del diagnóstico, es necesario contar con información del personal que interactúa directamente con el proceso de producción, es por ello que se realiza un cuestionario.

La población se compone de 82 trabajadores.

Dado que la población es conocida, la muestra es calculada por medio de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot p \cdot q \cdot N}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2_{\alpha/2} \cdot p \cdot q} \quad (3)$$

Donde:

n = Tamaño de Muestra

A = Nivel de Confianza = 95 % = 0,95

Z = Coeficiente de Confianza = 1,96

p = Probabilidad de Éxito = 50 % = 0,50

q = Probabilidad de Fracaso = 50 % = 0,50

N = Tamaño de la Población = 82

e = Nivel de Error = 5 % = 0,05

Reemplazando los valores en la fórmula 3, se tiene que:

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot p \cdot q \cdot N}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2_{\alpha/2} \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot (0,5) \cdot (0,5) \cdot (82)}{(82 - 1) \cdot (0,05)^2 + (1,96)^2 \cdot (0,5) \cdot (0,5)}$$

$$n = 67,62$$

La muestra es de 68 trabajadores.

Validez del Instrumento

En el cuestionario (Véase Anexo 3) se tiene preguntas de escala de calificación. Por lo tanto, para determinar la fiabilidad de la muestra seleccionada se utiliza el coeficiente de Alfa de Cronbach.

Para las preguntas de la 1 a la 11 se toma en cuenta la siguiente escala:

Tabla 7

Valores asignados a la escala de calificación

Descripción	Escala
Nunca	1
Casi nunca	2
A veces	3
Casi siempre	4
Siempre	5

Para las preguntas de la 12 a la 16 se toma en cuenta la siguiente escala:

Tabla 8

Valores asignados a la escala de calificación

Descripción	Escala
Nunca	5
Casi nunca	4
A veces	3
Casi siempre	2
Siempre	1

Para determinar el coeficiente de Alfa de Cronbach se utiliza la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left| 1 - \frac{\sum V_i}{V_T} \right| \quad (4)$$

Donde:

α = Coeficiente de Alfa de Cronbach

k = Número de Ítems

V_i = Varianza de cada ítem

V_T = Varianza del total

Reemplazando los valores en la fórmula 4, se tiene que:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left| 1 - \frac{\sum V_i}{V_T} \right|$$

$$\alpha = \frac{16}{16-1} \left| 1 - \frac{15,00}{44,85} \right|$$

$$\alpha = 0,710$$

George y Mallery (2003) mencionan que el valor del coeficiente de Alfa de Cronbach para que sea aceptable debe ser igual o mayor a 0,7 y menor o igual a 0,95.

De acuerdo a los resultados de SPSS Windows Versión 23, el coeficiente de Alfa de Cronbach es de 0,710, por lo que se comprobó la confiabilidad del instrumento.

*Pregunta 1***Tabla 9***Percepción de los trabajadores sobre su capacidad*

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Soy capaz de hacer bien mi trabajo porque le dedicó el tiempo y el esfuerzo necesarios.	A veces	6	8,8
	Casi siempre	21	30,9
	Siempre	41	60,3
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de rendimiento en las tareas fue cuantificada por la pregunta “Soy capaz de hacer bien mi trabajo porque le dedicó el tiempo y el esfuerzo necesarios”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 60,3 % respondió que es capaz de realizar bien su trabajo, mientras que solo el 8,8 % respondió que a veces es capaz. Esto permite detectar que, a pesar de que los trabajadores que no respondieron “siempre” representa un porcentaje minoritario, se debe prestar atención al personal en el cumplimiento de sus labores y reforzar los conocimientos para mantenerlos actualizados.

*Pregunta 2***Tabla 10***Percepción de los trabajadores sobre su creatividad*

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Se me ocurren soluciones creativas frente a los nuevos problemas.	Nunca	5	7,4
	Casi nunca	7	10,3
	A veces	23	33,8
	Casi siempre	21	30,9
	Siempre	12	17,6
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de rendimiento en las tareas fue cuantificada por la pregunta “Se me ocurren soluciones creativas frente a los nuevos problemas”.

En la tabla 10, se aprecia que, del total de trabajadores encuestados, el 33,8 % considera que a veces aplican soluciones ingeniosas frente a los problemas, mientras que solo el 7,4 % considera que nunca aplican soluciones.

Estos resultados reflejan que posiblemente los trabajadores no se sienten seguros con sus propias ideas, por lo que no las exteriorizan y no promueven una cultura de resolución de problemas.

Pregunta 3

Tabla 11

Percepción de los trabajadores sobre la realización de tareas desafiantes

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Cuando puedo, realizo tareas laborales desafiantes.	Nunca	7	10,3
	Casi nunca	9	13,2
	A veces	18	26,5
	Casi siempre	19	27,9
	Siempre	15	22,1
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de rendimiento en las tareas fue cuantificada por la pregunta “Cuando puedo, realizo tareas laborales desafiantes”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 27,9 % manifiesta que casi siempre realiza actividades retadoras mientras que solo el 10,3 % nunca las realiza.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede suponer que el 27,9 % considera que puede realizar tareas que estén fuera de sus funciones habituales cuando se lo soliciten.

Pregunta 4

Tabla 12*Percepción de los trabajadores sobre su proactividad*

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Cuando termino con el trabajo asignado, comienzo nuevas tareas sin que me lo pidan.	Nunca	1	1,5
	Casi nunca	8	11,8
	A veces	24	35,3
	Casi siempre	15	22,1
	Siempre	20	29,4
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de rendimiento en las tareas fue cuantificada por la pregunta “Cuando termino con el trabajo asignado, comienzo nuevas tareas sin que me lo pidan”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 35,3 % manifiesta que solo a veces realizan tareas fuera de sus funciones normales, mientras que el 1,5 % solo hace lo que le piden.

Estos resultados reflejan que parte del grupo no tiene iniciativa en realizar nuevas labores y se conforman con sus actividades cotidianas. Esto puede deberse a que el personal no se siente lo suficientemente motivado para ser proactivo.

*Pregunta 5***Tabla 13***Percepción de los trabajadores sobre los resultados que deben lograr*

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
En mi trabajo, tengo en mente los resultados que debo lograr.	Casi siempre	25	36,8
	Siempre	43	63,2
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de rendimiento en las tareas fue cuantificada por la pregunta “En mi trabajo, tengo en mente los resultados que debo lograr”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 63,2 % siempre tienen establecidas las metas que deben alcanzar, mientras que el 36,8 % casi siempre.

Como se puede observar, la mayoría de los trabajadores muestran percepciones positivas frente a la realización de su trabajo.

Pregunta 6

Tabla 14

Percepción de los trabajadores sobre la actualización de sus conocimientos

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Trabajo para mantener mis conocimientos laborales actualizados.	Casi nunca	1	1,5
	A veces	27	39,7
	Casi siempre	21	30,9
	Siempre	19	27,9
Total		68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de rendimiento en las tareas fue cuantificada por la pregunta “Trabajo para mantener mis conocimientos laborales actualizados”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 39,7 % a veces mantiene sus conocimientos actualizados, mientras que solo el 1,5 % casi nunca.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que la empresa no tiene un plan de capacitaciones estructurado, el cual proporcione las herramientas necesarias a los trabajadores para que puedan lograr un mejor desempeño en sus actividades.

Pregunta 7

Tabla 15*Percepción de los trabajadores sobre nuevos desafíos*

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sigo buscando nuevos desafíos en mi trabajo.	A veces	20	29,4
	Casi siempre	20	29,4
	Siempre	28	41,2
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de rendimiento en las tareas fue cuantificada por la pregunta “Sigo buscando nuevos desafíos en mi trabajo”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 41,2 % siempre busca nuevos retos en su trabajo.

A pesar que, del resultado obtenido, la mayoría de los trabajadores buscan retos laborales, existe un porcentaje del grupo significativo que no quiere salir de su zona de confort y solo a veces manifiestan el deseo de ponerse metas y objetivos nuevos.

*Pregunta 8***Tabla 16***Percepción de los trabajadores sobre la planificación del trabajo*

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Planifico mi trabajo de manera tal que puedo hacerlo en tiempo y forma.	Casi nunca	2	2,9
	A veces	6	8,8
	Casi siempre	21	30,9
	Siempre	39	57,4
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de rendimiento en el contexto fue cuantificada por la pregunta “Planifico mi trabajo de manera tal que puedo hacerlo en tiempo y forma”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 57,4 % siempre planifica su trabajo de manera adecuada, mientras que el 2,9 % casi nunca lo hace.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la mayoría de los trabajadores si cumple con las tareas asignadas dentro de su turno de trabajo.

Pregunta 9

Tabla 17

Percepción de los trabajadores sobre la actualización de sus habilidades

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Trabajo para mantener mis habilidades laborales actualizadas.	Casi nunca	3	4,4
	A veces	7	10,3
	Casi siempre	24	35,3
	Siempre	34	50,0
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de rendimiento en el contexto fue cuantificada por la pregunta “Trabajo para mantener mis habilidades laborales actualizadas”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 50 % manifiesta que siempre se esfuerza por mantener sus habilidades laborales actualizadas, mientras que el 4,4 % casi nunca se preocupa por ello.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la mayoría de los trabajadores sienten que en base a su experiencia desarrollan sus competencias. Sin embargo, es necesario reforzar dichas competencias y habilidades mediante herramientas técnicas que incluyan a todos los trabajadores, y no solo algunos lleven una ventaja por sobre sus compañeros.

Pregunta 10

Tabla 18*Percepción de los trabajadores sobre la participación en las reuniones*

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Participó activamente de las reuniones laborales.	A veces	7	10,3
	Casi siempre	24	35,3
	Siempre	37	54,4
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de rendimiento en el contexto fue cuantificada por la pregunta “Participó activamente de las reuniones laborales”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 54,4 % participa de las reuniones laborales, mientras que el 10,3 % solo a veces.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede inferir que en las limitadas reuniones que se han llevado a cabo en la empresa, la mayoría de los trabajadores presentan una disposición de asistencia, lo cual demuestra su voluntad de aprendizaje.

*Pregunta 11***Tabla 19***Percepción de los trabajadores sobre su planificación*

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Mi planificación laboral es óptima.	A veces	26	38,2
	Casi siempre	16	23,5
	Siempre	26	38,2
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de rendimiento en el contexto fue cuantificada por la pregunta “Mi planificación laboral es óptima”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, existen dos posiciones divididas en cuanto a la planificación laboral óptima. El 38,2 % cree que siempre es óptima y el otro 38,2 % solo a veces.

*Pregunta 12***Tabla 20***Percepción de los trabajadores sobre quejas en el trabajo*

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Me quejo de asuntos sin importancia en el trabajo.	Casi siempre	5	7,4
	A veces	10	14,7
	Casi nunca	18	26,5
	Nunca	35	51,5
Total		68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de comportamientos laborales contraproducentes fue cuantificada por la pregunta “Me quejo de asuntos sin importancia en el trabajo”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 51,5 % nunca tiene quejas sobre temas irrelevantes, mientras que el 7,4 % casi siempre las tiene.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se infiere que a pesar de que la mayoría de trabajadores no presenta quejas, existe un pequeño grupo que si manifiesta disconformidad posiblemente por el poco reconocimiento que le dan a su trabajo, generando así desmotivación, a la cual hay que prestarle atención.

Pregunta 13

Tabla 21

Comentarios de los trabajadores sobre los aspectos negativos del trabajo a sus compañeros

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Comento aspectos negativos de mi trabajo con mis compañeros.	Siempre	13	19,1
	Casi siempre	11	16,2
	A veces	11	16,2
	Casi nunca	9	13,2
	Nunca	24	35,3
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de comportamientos laborales contraproducentes fue cuantificada por la pregunta “Comento aspectos negativos de mi trabajo con mis compañeros”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 35,3 % no realiza comentarios negativos sobre el trabajo a sus compañeros, mientras que el 19,2 % siempre lo hace.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se infiere que parte del grupo no se encuentra conforme con algunos aspectos de su trabajo. Esto posiblemente se deba a las condiciones de trabajo y por ende a la falta de motivación.

Pregunta 14

Tabla 22

Percepción de los trabajadores sobre su actitud frente a los problemas

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Aumento los problemas que se presentan en el trabajo.	A veces	5	7,4
	Casi nunca	18	26,5
	Nunca	45	66,2
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de comportamientos laborales contraproducentes fue cuantificada por la pregunta “Aumento los problemas que se presentan en el trabajo”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 66,2 % percibe que nunca acrecienta las dificultades que puedan presentar en el trabajo. Sin embargo, hay un 7,4 % que cree que a veces si lo hace.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede apreciar que la mayoría de los trabajadores considera que si se presenta un problema no es debido a ellos sino a otras causas.

Pregunta 15

Tabla 23

Percepción de los trabajadores sobre los aspectos negativos en el trabajo

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Me concentro en los aspectos negativos del trabajo, en lugar de enfocarme en las cosas positivas.	Siempre	7	10,3
	Casi siempre	13	19,1
	A veces	7	10,3
	Casi nunca	13	19,1
	Nunca	28	41,2
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de comportamientos laborales contraproducentes fue cuantificada por la pregunta “Me concentro en los aspectos negativos del trabajo, en lugar de enfocarme en las cosas positivas”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 41,2 % manifiesta que nunca se enfoca en los puntos negativos de su trabajo, mientras que el 10,3 % presenta posiciones divididas entre aquellos que siempre lo hacen y los que solo a veces.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se infiere que parte del grupo, posiblemente debido a la falta de motivación o identificación con la empresa, no tienen una actitud positiva frente a las dificultades, lo que los puede llevar a no tener un buen desempeño laboral.

Pregunta 16

Tabla 24

Comentarios de los trabajadores sobre los aspectos negativos del trabajo a terceros

Pregunta	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Comento aspectos negativos de mi trabajo con gente que no pertenece a la empresa.	A veces	10	14,7
	Casi nunca	17	25,0
	Nunca	41	60,3
	Total	68	100,0

Nota. Elaboración con SPSS Windows.

La dimensión de comportamientos laborales contraproducentes fue cuantificada por la pregunta “Comento aspectos negativos de mi trabajo con gente que no pertenece a la empresa”.

Se puede observar que, del total de trabajadores encuestados, el 60,3 % nunca realiza comentarios negativos a personas ajenas a la empresa, mientras que el 14,7 % a veces si lo hace.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se infiere que parte del grupo, a pesar de representar la minoría, no se encuentra conforme con su trabajo, por lo cual tienden a exteriorizar sus quejas con otras personas. Esto debido a que posiblemente no tienen la confianza de recurrir a sus jefes inmediatos.

Mediante los resultados obtenidos de la encuesta sobre el rendimiento laboral, se puede observar que, aunque parte de los trabajadores respondió de manera positiva, existe un porcentaje que aun presenta dudas respecto a su capacidad y no se siente seguro de sus ideas, esto a lo largo del tiempo, puede afectar la productividad, el clima laboral en la empresa y la motivación de los trabajadores.

Está encuesta secunda la necesidad de los trabajadores de recibir formación, es por ello que, se propone un plan de capacitación, que esta direccionado a reforzar las capacidades de los trabajadores de acuerdo a los puestos en los que se encuentran.

Para la elección de los cursos que se incluyen en el plan de capacitación, el jefe de producción realizó un cuadro de priorización tomando en cuenta los requerimientos del personal, además se consideran cursos que reflejen las

necesidades vistas en la encuesta como: clima laboral, motivación y toma de decisiones.

Se considera la siguiente escala:

Prioridad alta (A), prioridad media (B), prioridad baja (C).

A continuación, se muestra la tabla de priorización:

Tabla 25

Priorización de cursos

Cursos	Prioridad
Seguridad y Salud en el Trabajo	A
Microsoft Excel	B
Habilidad Numérica	C
Inspección	B
Liderazgo y Motivación laboral	A
Comunicación	B
Manejo de Almacén	B
Manejo de Personal	B
Mantenimiento Industrial	A
Habilidades de Supervisión	C
Buenas Prácticas de Manufactura	B
Calidad	A
Control de Inventario	C
Instrumentación Industrial	A
Electricidad y Soldadura Industrial	A
Maquinaria	A
Limpieza y Desinfección	B

Se tomarán en cuenta solo los de Prioridad Alta (A).

4.2.1.2. Diagnóstico del proceso crítico

Como parte del diagnóstico, es importante identificar los parámetros medibles del proceso cuyas especificaciones deben cumplirse para satisfacer al cliente.

Por lo que se desarrollará el diagrama SIPOC (proveedores, entradas, procesos, salidas, clientes) como se puede observar en la tabla 26.

Tabla 26

SIPOC Extendido del Proceso de ladrillos

Suppliers		Input	Defectos	Process	Dueño del proceso (Responsable)	Output	Defectos	Customer	CTQ**	Mediciones
Nº	Proveedores	Entradas		Proceso		Salidas/ Resultados		Cliente		
1	Traslado	Arcilla y Tierra	Pérdida de material	Recepcionar	Jefe de Turno	Insumos recepcionados	Insumos fuera de los parámetros	Transportista de cantera	% Humedad	Porcentaje
2*	Recepción	Arcilla y Tierra	Insumos fuera de los parámetros	Almacenar	Transportista de cantera	Insumos almacenados	Mala separación de insumos	Operario de molienda	-	-
3	Almacenado	Arcilla y Tierra clasificada	Mala separación de insumos	Homogeneizar	Operario de molienda	Insumos de igual tamaño	Filtración de partículas de mayor tamaño	Operario de Producción I	Mm de Diámetro	Milímetros
4	Homogenizado	Arcilla y Tierra de igual tamaño	Filtración de partículas de mayor tamaño	Dosificar	Operario de Producción I	Insumos racionados	Filtración de terrones de arcilla	Operario de amasadora	Mm de Diámetro	Milímetros
5	Dosificado	Insumos racionados	Filtración de terrones de arcilla	Amasar	Operario de amasadora	Mezcla de arcilla	Exceso de agua	Operario de la prensa	% Humedad	Porcentaje
6	Amasado	Mezcla de arcilla	Exceso de agua	Prensar / Moldear	Operario de la prensa	Masa compacta	Masa con exceso de aire	Operario de Producción II	Kg/cm ² de Dureza	Kg/cm ²
7	Prensado / Moldeado	Masa compacta	Masa con exceso de aire	Cortar	Operario de Producción II	Ladrillo crudo	Corte de tamaño no adecuado	Alineador de ladrillos	Cm de longitud	Centímetros
8*	Cortado	Ladrillo crudo	Corte de tamaño no adecuado	Apilar	Alineador de ladrillos	Ladrillos crudos apilados en estantes	Caída de estantes	Operario de mantenimiento	-	-
9	Apilado	Ladrillos crudos apilados en estantes	Caída de estantes	Secar	Operario de mantenimiento	Ladrillos secos	Ladrillos con exceso de humedad	Operario de Pinza	% Humedad	Porcentaje

Continuación tabla 26

Suppliers		Input	Defectos	Process	Dueño del proceso (Responsable)	Output	Defectos	Customer	CTQ**	Mediciones
Nº	Proveedores	Entradas		Proceso		Salidas/ Resultados		Cliente		
10*	Secado	Ladrillos secos	Ladrillos con exceso de humedad	Trasladar	Operario de Pinza	Ladrillos apilados en vagones	Ladrillos mal apilados	Jefe Eléctrico	-	-
11	Traslado	Ladrillos apilados en vagones	Ladrillos mal apilados	Hornear	Jefe Eléctrico	Ladrillos cocidos	Ladrillos con baja resistencia	Electricista de pinza de despacho	Kg/cm ² de resistencia	Kg/cm ²
12*	Horneado	Ladrillos cocidos	Ladrillos con baja resistencia	Paletizar	Electricista de pinza de despacho	Ladrillos en palets	Palets mal colocados	Operario de montacarga	-	-
13	Paletizado	Ladrillos en palets	Palets mal colocados	Despachar	Operario de montacarga	Producto terminado	Ladrillos que no cumplan estándares de calidad	Cliente	% de vacíos	Porcentaje

Nota. *Estas operaciones serán omitidas por ser atributos, ** en el anexo 4 se encuentran las especiaciones de los CTQ.

Una vez obtenidos los parámetros a considerar en cada operación, se deberá identificar aquellos puntos que requieran un mayor control.

Para lograr esto se utilizará la matriz de ponderación, en la cual se detallarán los factores que podrían originar problemas en el proceso. Se asignará un valor ponderado a cada factor entre 0,01 y 1. Siendo:

- Relevante: 1
- No relevante: 0,01

Para medir el rango de impacto de cada variable, se fija una clasificación del 1 al 4:

- Debilidad importante: 1
- Debilidad menor: 2
- Fortaleza menor: 3
- Fortaleza mayor: 4

Para obtener el resultado ponderado de cada variable se multiplica la clasificación por su ponderación.

Para finalizar se sumarán los resultados obtenidos anteriormente como se puede observar en la tabla 27.

Tabla 27*Matriz de Ponderación*

	Factores	Condiciones del medio ambiente	Exceso de Humedad	Requerimiento de estándares de calidad	Disponibilidad de equipos de control	Tiempos de entrega	Resultado Ponderado
<i>Área</i>	Ponderación	0,15	0,20	0,30	0,20	0,15	1
	Clasificación	1	1	1	4	3	-
<i>Recepción</i>	Resultado Ponderación	0,15	0,2	0,3	0,8	0,45	1,90
	Clasificación	4	4	2	2	3	-
<i>Homogenización</i>	Resultado Ponderación	0,6	0,8	0,6	0,4	0,45	2,85
	Clasificación	4	3	3	3	4	-
<i>Amasado I</i>	Resultado Ponderación	0,6	0,6	0,9	0,6	0,6	3,30
	Clasificación	4	4	3	4	4	-
<i>Dosificado</i>	Resultado Ponderación	0,6	0,8	0,9	0,8	0,6	3,70
	Clasificación	4	1	1	1	3	-
<i>Amasado II</i>	Resultado Ponderación	0,6	0,2	0,3	0,2	0,45	1,45
	Clasificación	4	1	1	1	3	-
<i>Prensado/ Moldeado</i>	Resultado Ponderación	0,6	0,2	0,3	0,2	0,45	1,45
	Clasificación	4	4	1	2	3	-
<i>Cortado</i>	Resultado Ponderación	0,6	0,8	0,3	0,4	0,45	2,55
	Clasificación	4	1	1	1	4	-
<i>Secado</i>	Resultado Ponderación	0,6	0,2	0,3	0,2	0,6	1,90
	Clasificación	4	1	1	1	2	-
<i>Horneado</i>	Resultado Ponderación	0,6	0,2	0,3	0,2	0,3	1,60

A partir de esta matriz, se logró establecer que los puntos críticos se encuentran en las siguientes operaciones:

- Recepción de Materia prima
- Amasado II
- Prensado/moldeado
- Secado
- Horneado

4.3. Definición y desarrollo de la propuesta de mejora

4.3.1. Definición de la propuesta

A continuación en la tabla 28, se exponen las soluciones propuestas a los diferentes problemas.

Tabla 28

Soluciones propuestas a los problemas

Problemas	Soluciones Propuestas
Inadecuado seguimiento de las variables del proceso.	Se deben implementar cartas y gráficos de control de variables para la producción, con la finalidad de encontrar de forma más efectiva, el surgimiento de variaciones debido a causas asignables y atribuibles al proceso, además se propone un plan de control para la materia prima y el producto terminado con el objetivo de minimizar la variabilidad de dicho proceso.
Mala gestión de pedidos en la línea de cocción.	Elaborar un sistema de pedidos que tome en cuenta los requerimientos de cada tipo de ladrillo, con la finalidad de aprovechar la capacidad total de cada vagón y que así no se mezclen los productos.
Desconocimiento por parte del personal.	Se propone un plan de capacitaciones con el fin de ampliar los conocimientos y habilidades de cada trabajador, logrando así que estos realicen de manera correcta su trabajo.

4.3.2. Desarrollo de la propuesta de mejora

4.3.2.1. Primera Propuesta: Implementar cartas y gráficos de control de variables

A continuación, se va a diseñar las gráficas de control, para lo cual se determinarán los límites de control para las etapas críticas del proceso. Los valores del proceso se tomaron a partir de pruebas de laboratorio y observación.

Para elegir el tamaño de muestra, se utilizó un método no probabilístico por conveniencia, en el cual para la elección de las muestras “se requiere cierta cantidad de juicio empírico” de acuerdo con Besterfield. Sin embargo, también se decidió tomar en cuenta lo que especifican las normas respecto al tamaño de muestra.

La norma NTP 339.127. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, establece que:

Si el material no puede ser mezclado y/o dividido, deberá formarse una pila de material, mezclándolo tanto como sea posible. Tomar por lo menos 5 porciones de material en ubicaciones aleatorias usando un tubo de muestreo, lampa, cuchara, frotacho o alguna herramienta similar apropiada para el tamaño de partícula máxima presente en el material. Si no es posible apilar el material, se tomaran tantas porciones como sea posible en ubicaciones aleatorias que representaran mejor la condición de humedad.

A continuación en la tabla 29, se expone la ficha de control para la variable de humedad en la materia prima.

Los datos usados para los gráficos se encuentran en el Anexo 5.

Tabla 29*Ficha para gráfico de control de variables para el control de la humedad*

Tipo de Gráfico	Lecturas individuales. Gráfico I-MR.
Sujeto de Control	Proceso: Se controla la humedad de la materia prima al recepcionarla.
Característica de calidad	Humedad (%)
Variable a controlar	Humedad (%)
Estadístico a aplicar	Es la media para la parte "I" y la parte "MR".
Gráfico I	LCS= 1,432
	$\bar{x} = 0,040$
	LCI= 1,351
Gráfico MR	LCS= 1,709
	$\overline{MR} = 0,523$
	LCI= 0
Cantidad de unidades por muestra (Subgrupo)	1 unidad.
Frecuencia de muestreo	Para establecer los límites de control y para examinar la conducta de la variable se utilizaron 30 muestras. Se realiza cada día que llega el camión a planta.
Tipo de muestreo	La muestra se tomará al recepcionar la materia prima.
Instrumento a aplicar	Se coloca en un recipiente de aluminio y se pesa en estado húmedo, se introduce en el horno y se pesa nuevamente. Con los datos obtenidos se aplica la siguiente formula:
	$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$
Forma de medición o calificación	Un operario de producción toma la muestra y la lleva al laboratorio. El encargado procesa los datos.
Acciones en caso de detectar fuera de control	Se procede a rechazar el lote y se toman muestras de otro sector de la cantera.

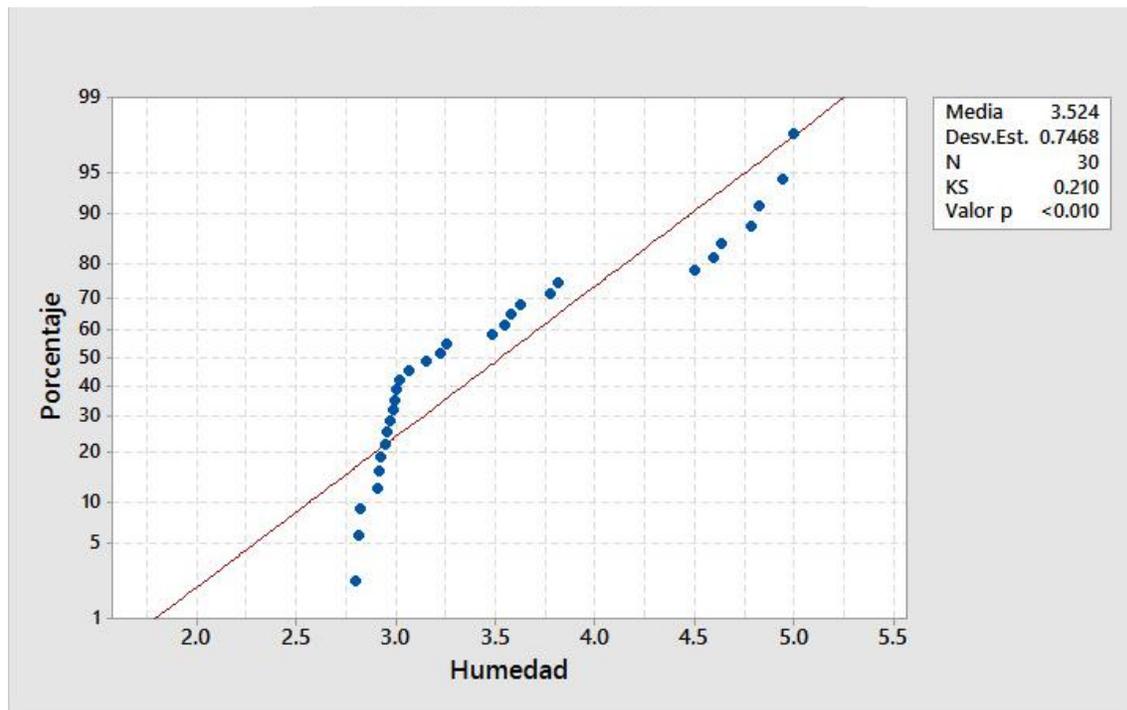
Prueba de normalidad

En la línea de producción, se analizaron 30 muestras de la variable humedad y con esos datos se llevó a cabo una prueba de normalidad. En el anexo 5, tabla A.3, se ubican las muestras utilizadas en los análisis de normalidad.

Teniendo en cuenta que el p- value conseguido es menor que el nivel de significancia determinado ($0,01 < 0,05$), se desestima la hipótesis, y se infiere que los datos no tienen una distribución normal. Por consiguiente, se muestra la transformación de los datos, mediante la técnica de Johnson.

Figura 17

Prueba de normalidad para la variable humedad en la materia prima



Nota. Elaboración con Minitab.

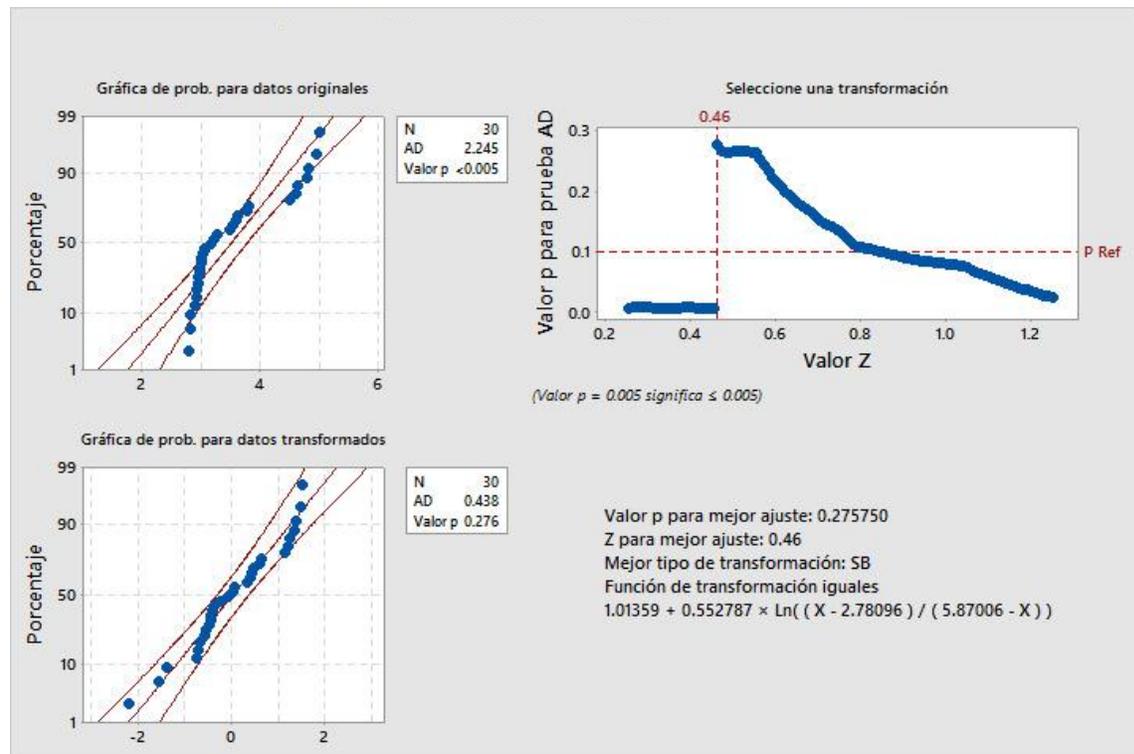
Los resultados obtenidos de la transformación se manejan de forma similar a la prueba de normalidad, con la cual se determinó si los datos tenían una distribución normal. Para este caso, el nivel de significancia establecido es menor que el p- value conseguido ($0,1 < 0,28$). Por lo tanto, se resuelve que los datos transformados si se ajustan a una distribución normal. En este sentido, se continua con el análisis para la obtención de las

gráficas de control para comprobar si el proceso se encuentra dentro o fuera de control, teniendo en cuenta los datos transformados.

Transformación de Johnson

Figura 18

Transformación de Johnson para la variable humedad en la materia prima



Nota. Elaboración con Minitab.

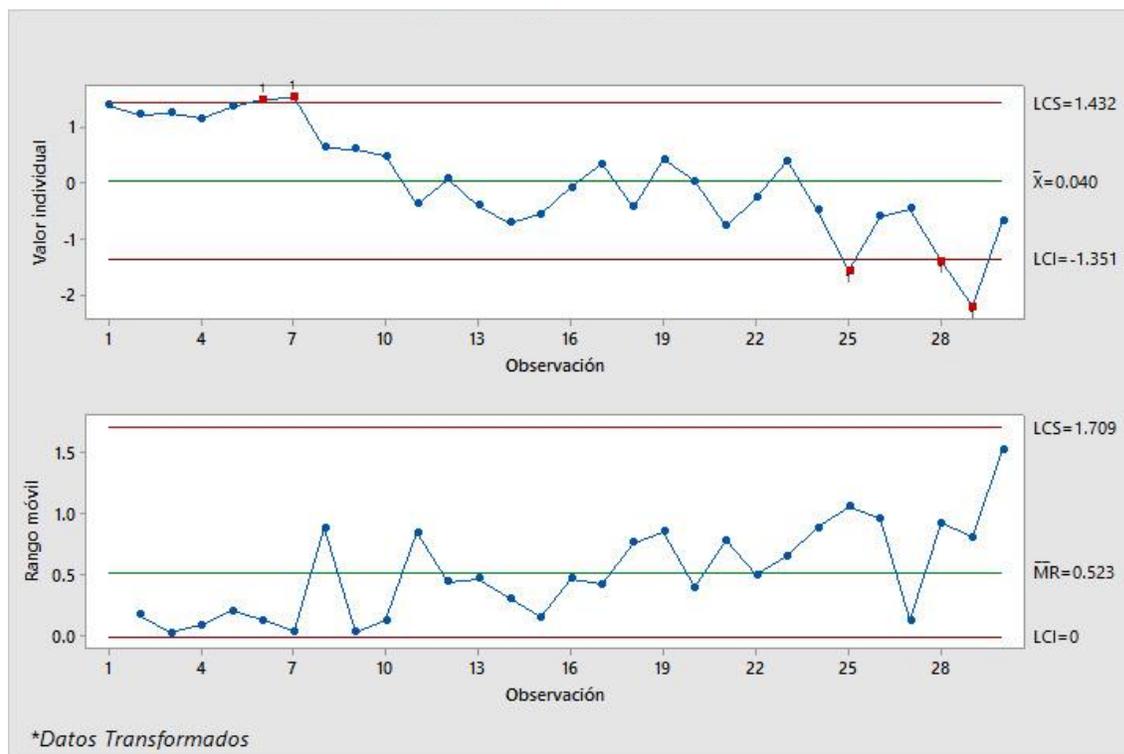
Gráfico de control

Habiendo empleado la transformación de Johnson, es importante señalar que para los límites de control y la media no se tomarán los datos originales de la variable en su escala real, sino que se mantendrán en términos de los datos transformados anteriormente.

Para el fin de estimar la variabilidad del proceso, solo se tomarán como referencia los valores obtenidos en la transformación.

Figura 19

Gráfica de control I-MR para la variable humedad en la materia prima



Nota. Elaboración con Minitab.

Se puede observar la presencia de cinco puntos fuera de control. Dos de ellos (observación 6 y 7) por encima del Límite superior y tres (observación 25, 28 y 29) por debajo del Límite inferior. En base a esta información, se infiere que el proceso presenta fallas y está siendo afectado por causas aleatorias y asignables. Este hecho, se debe a que la materia prima, al estar expuesta al medio ambiente, es afectada también por el clima, sobre todo en épocas de invierno, ya que la humedad relativa cambia el pH de la arcilla y de los suelos en general (causas aleatorias).

Por otro lado, el manejo de la materia prima requiere de un procedimiento específico, el cual no está estipulado en la empresa, por lo que los trabajadores lo hacen de forma empírica (causas asignables). Estas causas que afectan esta variable influyen de manera distinta a otras etapas del proceso.

En el anexo 6, Figura A.1, se encuentra el análisis de capacidad del proceso para la variable humedad en la materia prima, se puede observar que el proceso no es capaz.

A continuación en la tabla 30, se expone la ficha de control para la variable de humedad en el proceso de Amasado II.

Tabla 30

Ficha para gráfico de control de variables para el control de la humedad

Tipo de Gráfico	Lecturas individuales. Gráfico I-MR.
Sujeto de Control	Proceso: Se mide la humedad de la mezcla durante el amasado II.
Característica de calidad	Humedad (%)
Variable a controlar	Humedad (%)
Estadístico a aplicar	Es la media para la parte "I" y la parte "MR".
Gráfico I	LCS= 16,565
	$\bar{x} = 13,971$
	LCI= 11,378
Gráfico MR	LCS= 3,186
	$\overline{MR} = 0,975$
	LCI= 0
Cantidad de unidades por muestra (Subgrupo)	1 unidad.
Frecuencia de muestreo	Para establecer los límites de control y para examinar la conducta de la variable se utilizaron 30 muestras. Se realiza cada día que se lleva a cabo el proceso de amasado II.
Tipo de muestreo	La muestra se tomará de manera eventual durante la operación.
Instrumento a aplicar	Se coloca en un recipiente de aluminio y se pesa en estado húmedo, se introduce en el horno y se pesa nuevamente. Con los datos obtenidos se aplica la siguiente formula:
	$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$
Forma de medición o calificación	Un operario de producción toma la muestra y la lleva al laboratorio. El encargado procesa los datos.
Acciones en caso de detectar fuera de control	Se procede a aumentar la cantidad de agua o de arcilla según sea el caso.

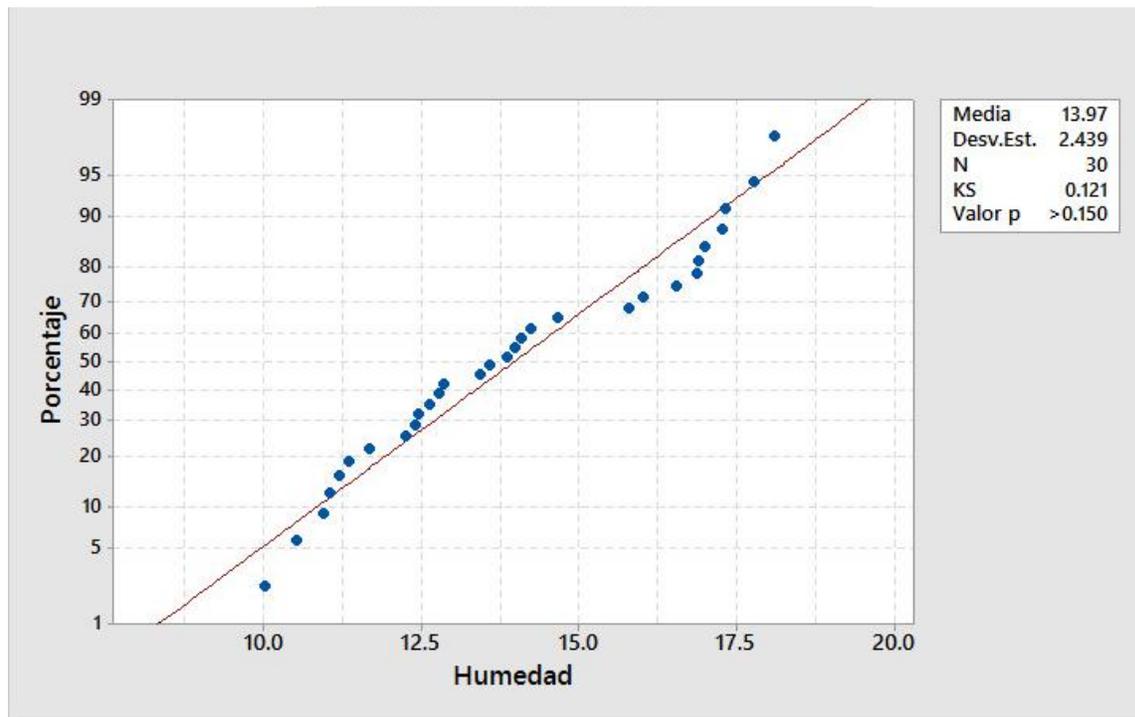
Prueba de normalidad

En la línea de producción, se analizaron 30 muestras de la variable humedad y con esos datos se llevó a cabo una prueba de normalidad. En el anexo 5, tabla A.4, se ubican las muestras utilizadas en los análisis de normalidad.

Teniendo en cuenta que el p- value conseguido es mayor que el nivel de significancia determinado ($0,15 > 0,05$), se confirma la hipótesis, y se infiere que los datos si tienen una distribución normal. Por consiguiente, se pueden emplear los pasos para la elaboración de los gráficos de control.

Figura 20

Prueba de normalidad para la variable humedad en el proceso de Amasado II



Nota. Elaboración con Minitab.

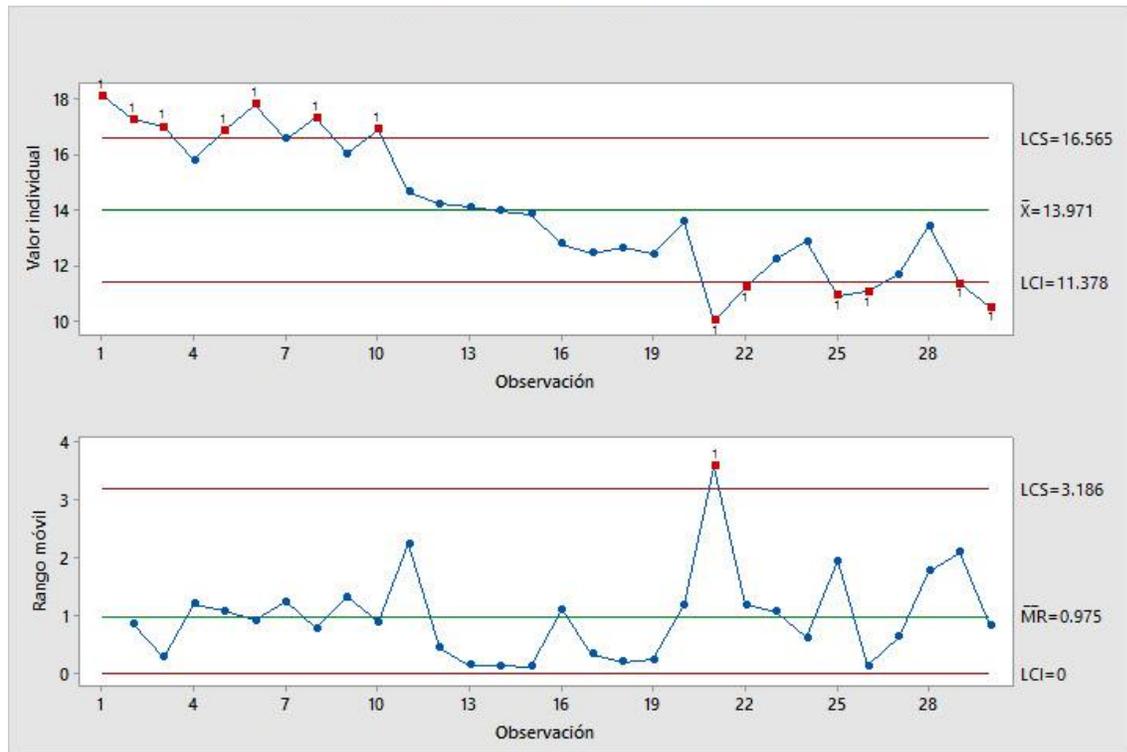
Grafica de Control

Después de validar los datos, se calculan los límites de control de la variable humedad para el proceso de Amasado II con la distribución normal. A continuación, se

expone la gráfica de control. La variabilidad depende de la cantidad de agua que contenga la mezcla y de los resultados de las pruebas de laboratorio que se obtengan con esos datos.

Figura 21

Grafica de control I-MR para la variable humedad en el proceso de Amasado II



Nota. Elaboración con Minitab. Se utilizó

Se puede observar la presencia de 13 puntos fuera de control. Siete de ellos (observación 1, 2, 3, 5, 6, 8 y 10) por encima del Límite superior y seis (observación 21, 22, 25, 26, 29 y 30) por debajo del Límite inferior. En base a esta información, se infiere que el proceso presenta fallas y está siendo afectado por causas aleatorias y asignables. Este hecho, se debe a que posiblemente la materia prima presentaba un exceso de humedad.

Por otro lado, este hecho también se debe a que el operario, al tener el control de la llave de agua de la máquina, no calculó de manera correcta el nivel de agua necesario para la mezcla, por lo que puede haber un exceso o falta de humedad, según sea el caso.

Estas causas que afectan esta variable, influyen de manera distinta a otras etapas del proceso.

En el anexo 6, Figura A.2, se encuentra el análisis de capacidad del proceso para la variable humedad en el proceso de Amasado II, se puede observar que el proceso no es capaz.

A continuación en la tabla 31, se expone la ficha de control para la variable de dureza en el proceso de Prensado.

Tabla 31

Ficha para gráfico de control de variables para el control de la dureza

Tipo de Gráfico	Lecturas individuales. Gráfico I-MR.
Sujeto de Control	Proceso: Se controla la dureza mediante observación durante el prensado.
Característica de calidad	Dureza (kg/cm ²)
Variable a controlar	Dureza (kg/cm ²)
Estadístico a aplicar	Es la media para la parte "I" y la parte "MR".
Gráfico I	LCS= 27,62
	$\bar{x} = 21,03$
	LCI= 14,45
Gráfico MR	LCS= 8,089
	$\overline{MR} = 2,476$
	LCI= 0
Cantidad de unidades por muestra (Subgrupo)	1 unidad.
Frecuencia de muestreo	Para establecer los límites de control y para examinar la conducta de la variable se utilizaron 30 muestras. Se realiza cada día que se lleva a cabo el proceso de prensado.
Tipo de muestreo	Se observa el instrumento de medición.
Instrumento a aplicar	Durómetro.
Forma de medición o calificación	Un operario de producción anotara los datos y los lleva al laboratorio. El encargado registra los datos.
Acciones en caso de detectar fuera de control	Se procede a reprocesar la mezcla.

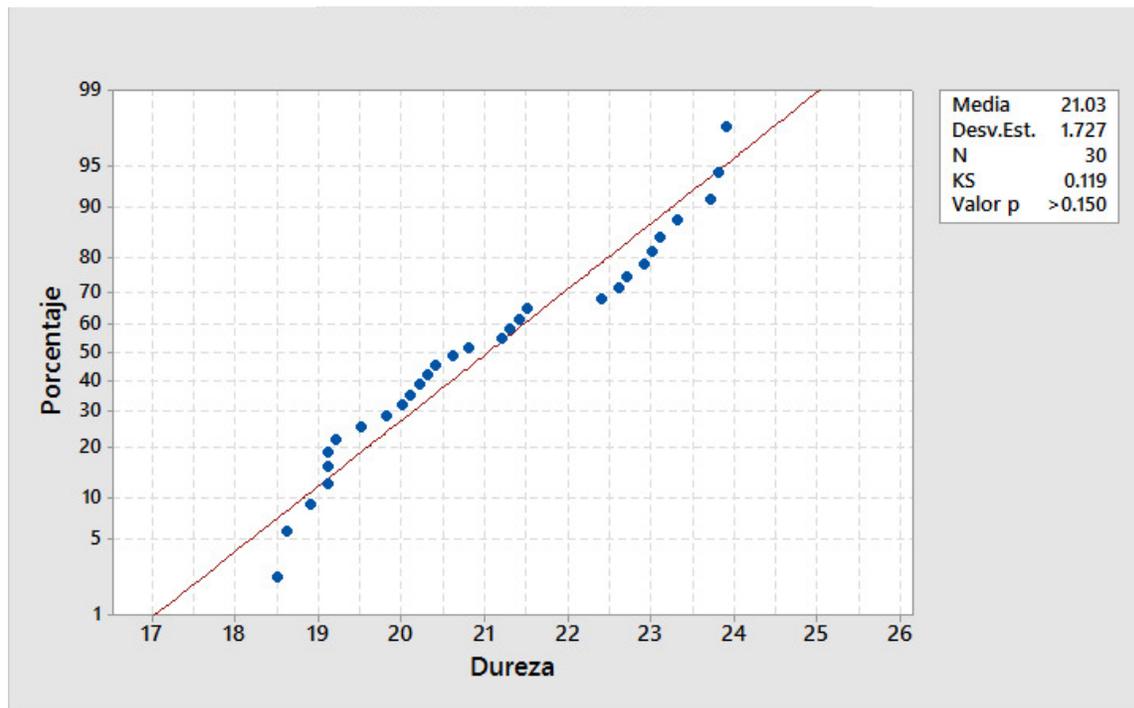
Prueba de normalidad

En la línea de producción, se analizaron 30 muestras de la variable dureza y con esos datos se llevó a cabo una prueba de normalidad. En el anexo 5, tabla A.5, se ubican las muestras utilizadas en los análisis de normalidad.

Teniendo en cuenta que el p- value conseguido es mayor que el nivel de significancia determinado ($0,15 > 0,05$), se confirma la hipótesis, y se infiere que los datos si tienen una distribución normal. Por consiguiente, se pueden emplear los pasos para la elaboración de los gráficos de control.

Figura 22

Prueba de normalidad para la variable dureza en el proceso de Prensado



Nota. Elaboración con Minitab.

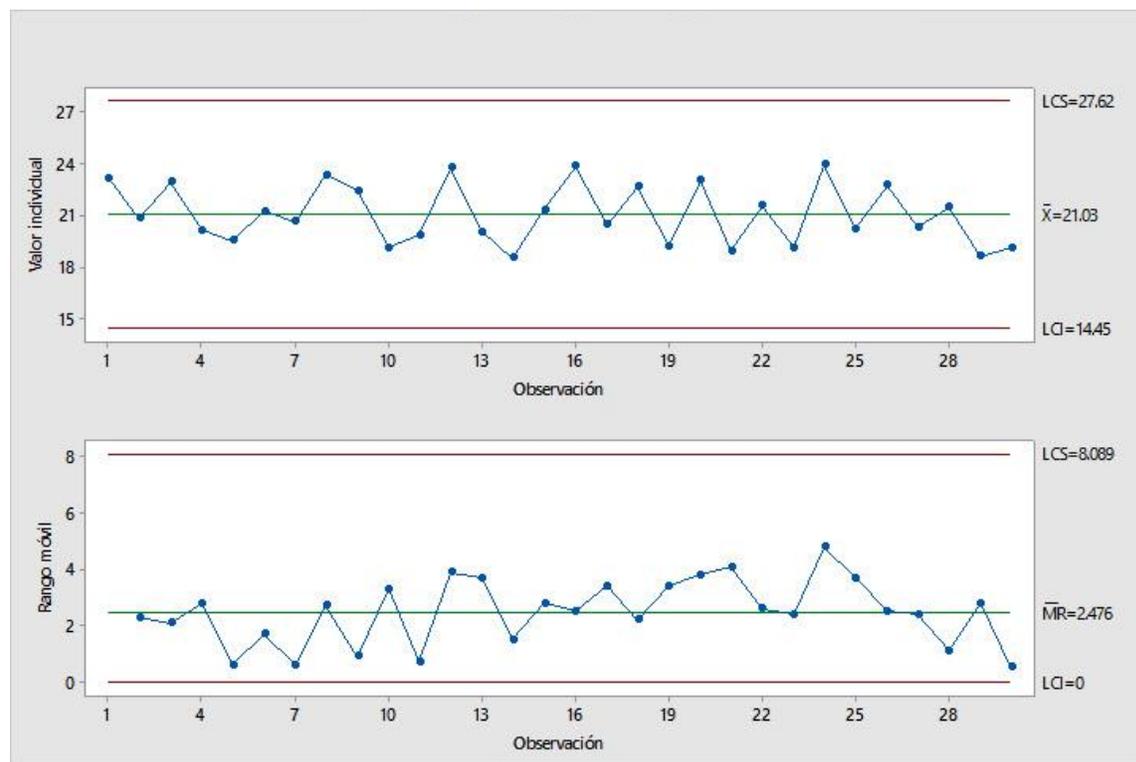
Grafica de Control

Después de validar los datos, se calculan los límites de control de la variable dureza para el proceso de Prensado con la distribución normal. A continuación, se expone la gráfica

de control. La variabilidad depende de la cantidad de agua y materia prima que contenga la mezcla.

Figura 23

Grafica de control I-MR para la variable dureza en el proceso de Prensado



Nota. Elaboración con Minitab.

Se puede evidenciar que no existe ninguna muestra fuera de los límites de control en ambos gráficos del valor individual y del rango móvil. Sin embargo, en el segundo gráfico, solo las observaciones 5, 6, 7, 11 y 30 presentan cierta variabilidad, aunque siguen dentro de los límites.

En el anexo 6, Figura A.3, se encuentra el análisis de capacidad del proceso para la variable dureza en el proceso de Prensado, se puede observar que el proceso no es capaz.

A continuación en la tabla 32, se expone la ficha de control para la variable de temperatura en el proceso de Prensado.

Tabla 32*Ficha para gráfico de control de variables para el control de la temperatura*

Tipo de Gráfico	Lecturas individuales. Gráfico I-MR.
Sujeto de Control	Proceso: Se controla la temperatura mediante observación durante el prensado.
Característica de calidad	Temperatura (°C)
Variable a controlar	Temperatura (°C)
Estadístico a aplicar	Es la media para la parte "I" y la parte "MR".
Gráfico I	LCS= 48,58
	$\bar{x} = 43,46$
	LCI= 38,35
Gráfico MR	LCS= 6,287
	$\overline{MR} = 1,924$
	LCI= 0
Cantidad de unidades por muestra (Subgrupo)	1 unidad.
Frecuencia de muestreo	Para establecer los límites de control y para examinar la conducta de la variable se utilizaron 30 muestras. Se realiza cada día que se lleva a cabo el proceso de prensado.
Tipo de muestreo	Se observa el instrumento de medición.
Instrumento a aplicar	Durómetro.
Forma de medición o calificación	Un operario de producción anotara los datos y los lleva al laboratorio. El encargado procesa los datos.
Acciones en caso de detectar fuera de control	Se procede a reprocesar la mezcla.

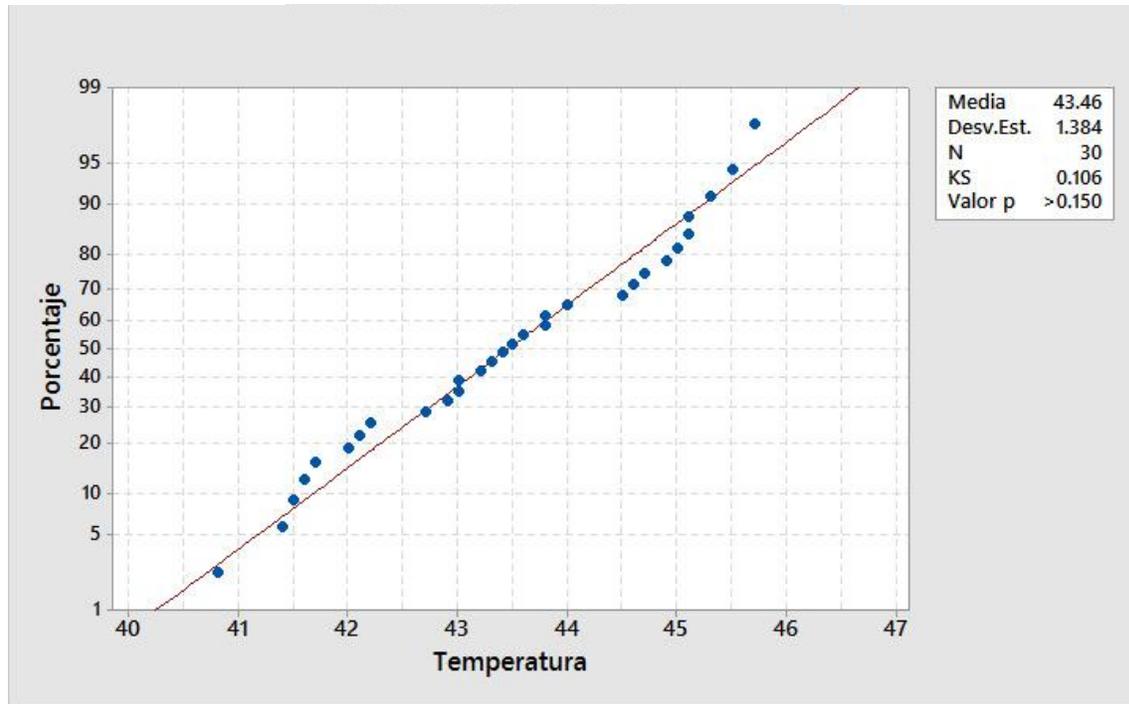
Prueba de normalidad

En la línea de producción, se analizaron 30 muestras de la variable temperatura y con esos datos se llevó a cabo una prueba de normalidad. En el anexo 5, tabla A.6, se ubican las muestras utilizadas en los análisis de normalidad.

Teniendo en cuenta que el p- value conseguido es mayor que el nivel de significancia determinado ($0,15 > 0,05$), se confirma la hipótesis, y se infiere que los datos si tienen una distribución normal. Por consiguiente, se pueden emplear los pasos para la elaboración de los gráficos de control.

Figura 24

Prueba de normalidad para la variable temperatura en el proceso de Prensado



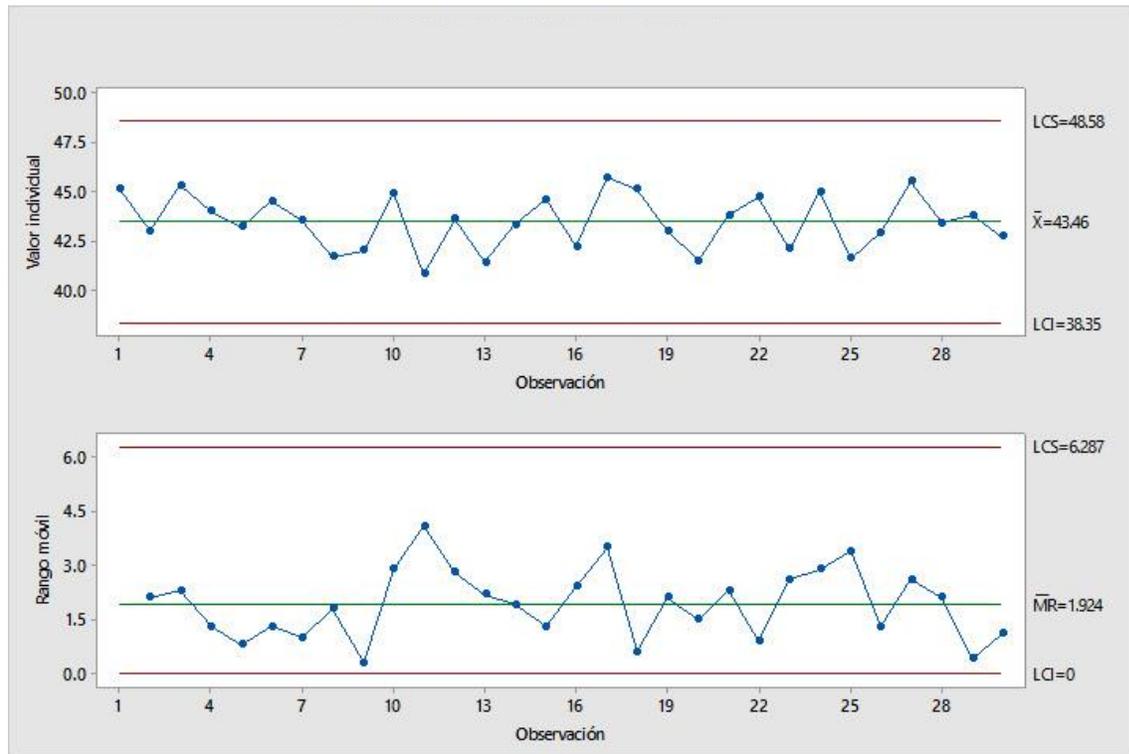
Nota. Elaboración con Minitab.

Grafica de Control

Después de validar los datos, se calculan los límites de control de la variable temperatura para el proceso de Prensado con la distribución normal. A continuación, se expone la gráfica de control. La variabilidad depende de la cámara de vacío donde se encuentra la mezcla.

Figura 25

Grafica de control I-MR para la variable temperatura en el proceso de Prensado



Nota. Elaboración con Minitab.

Se puede evidenciar que no existe ninguna muestra fuera de los límites de control en ambos gráficos del valor individual y del rango móvil. Sin embargo, en el segundo gráfico, solo las observaciones 9, 18 y 29 presentan cierta variabilidad, aunque siguen dentro de los límites.

En el anexo 6, Figura A.4, se encuentra el análisis de capacidad del proceso para la variable temperatura en el proceso de Prensado, se puede observar que el proceso no es capaz.

A continuación en la tabla 33, se expone la ficha de control para la variable de humedad en el proceso de Secado.

Tabla 33

Ficha para gráfico de control de variables para el control de la humedad

Tipo de Gráfico	Lecturas individuales. Gráfico I-MR.
Sujeto de Control	Proceso: Se controla la humedad al producto después del secado.
Característica de calidad	Humedad (%)
Variable a controlar	Humedad (%)
Estadístico a aplicar	Es la media para la parte "I" y la parte "MR".
Gráfico I	LCS= 1,442
	$\bar{x} = 0,024$
	LCL= -1,394
Gráfico MR	LCS= 1,743
	$\overline{MR} = 0,533$
	LCL= 0
Cantidad de unidades por muestra (Subgrupo)	1 unidad.
Frecuencia de muestreo	Para establecer los límites de control y para examinar la conducta de la variable se utilizaron 30 muestras. Se realiza cada día que se lleva a cabo el proceso de secado.
Tipo de muestreo	La muestra se tomará al terminar el proceso de secado.
Instrumento a aplicar	Se tritura el producto con un martillo, luego se coloca en un recipiente de aluminio y se pesa en estado húmedo, se introduce en el horno y se pesa nuevamente. Con los datos obtenidos se aplica la siguiente formula:
	$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$
Forma de medición o calificación	Un operario de producción toma la muestra y la lleva al laboratorio. El encargado trata la muestra y procesa los datos.
Acciones en caso de detectar fuera de control	Se procede a reprocesar el producto.

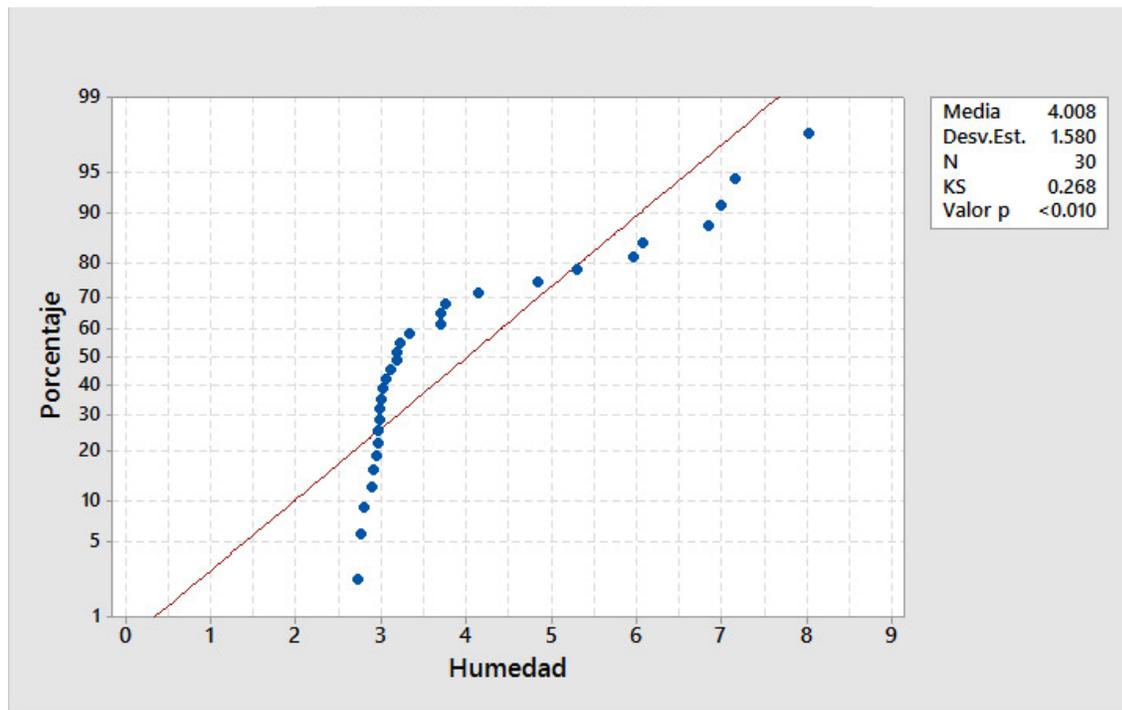
Prueba de normalidad

En la línea de producción, se analizaron 30 muestras de la variable humedad y con esos datos se llevó a cabo una prueba de normalidad. En el anexo 5, tabla A.7, se ubican las muestras utilizadas en los análisis de normalidad.

Teniendo en cuenta que el p- value conseguido es menor que el nivel de significancia determinado ($0,01 < 0,05$), se desestima la hipótesis, y se infiere que los datos no tienen una distribución normal. Por consiguiente, se muestra la transformación de los datos, mediante la técnica de Johnson.

Figura 26

Prueba de normalidad para la variable humedad en el proceso de Secado



Nota. Elaboración con Minitab.

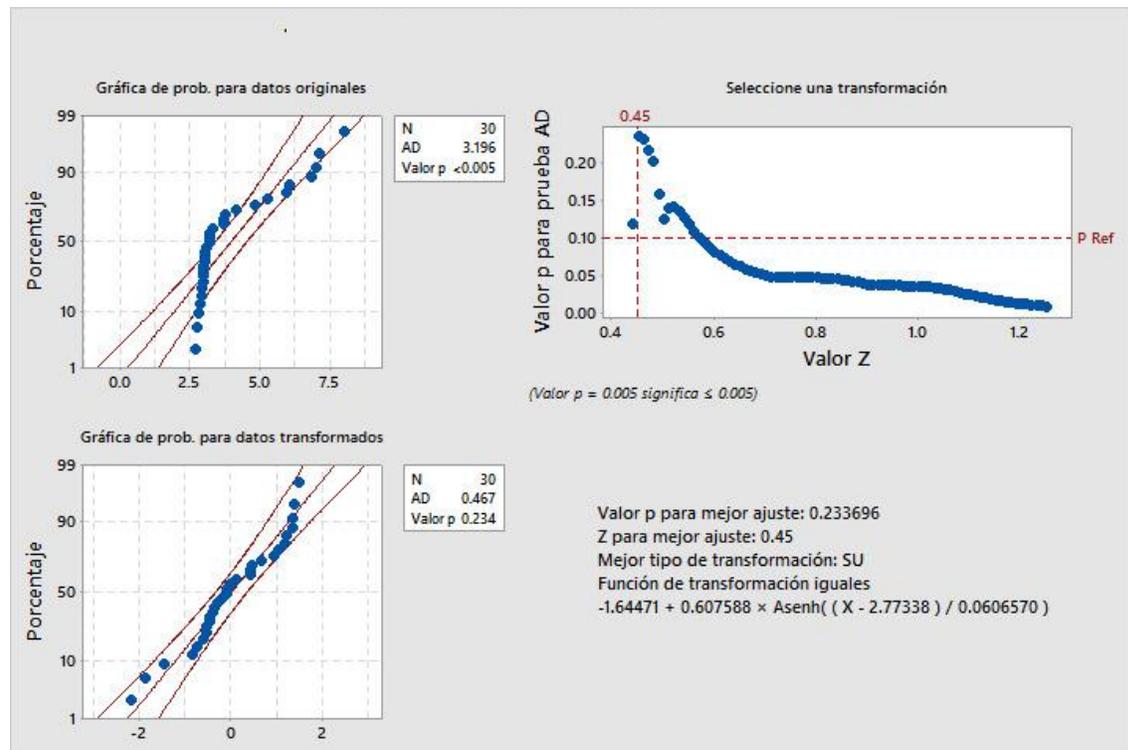
Los resultados obtenidos de la transformación, se manejan de forma similar a la prueba de normalidad, con la cual se determinó si los datos tenían una distribución normal. Para este caso, el nivel de significancia establecido es menor que el p- value conseguido ($0,1 < 0,23$). Por lo tanto, se resuelve que los datos transformados si se ajustan a una distribución normal. En este sentido, se continua con el análisis para la obtención de las

gráficas de control para comprobar si el proceso se encuentra dentro o fuera de control, teniendo en cuenta los datos transformados.

Transformación de Johnson

Figura 27

Transformación de Johnson para la variable humedad en el proceso de Secado



Nota. Elaboración con Minitab.

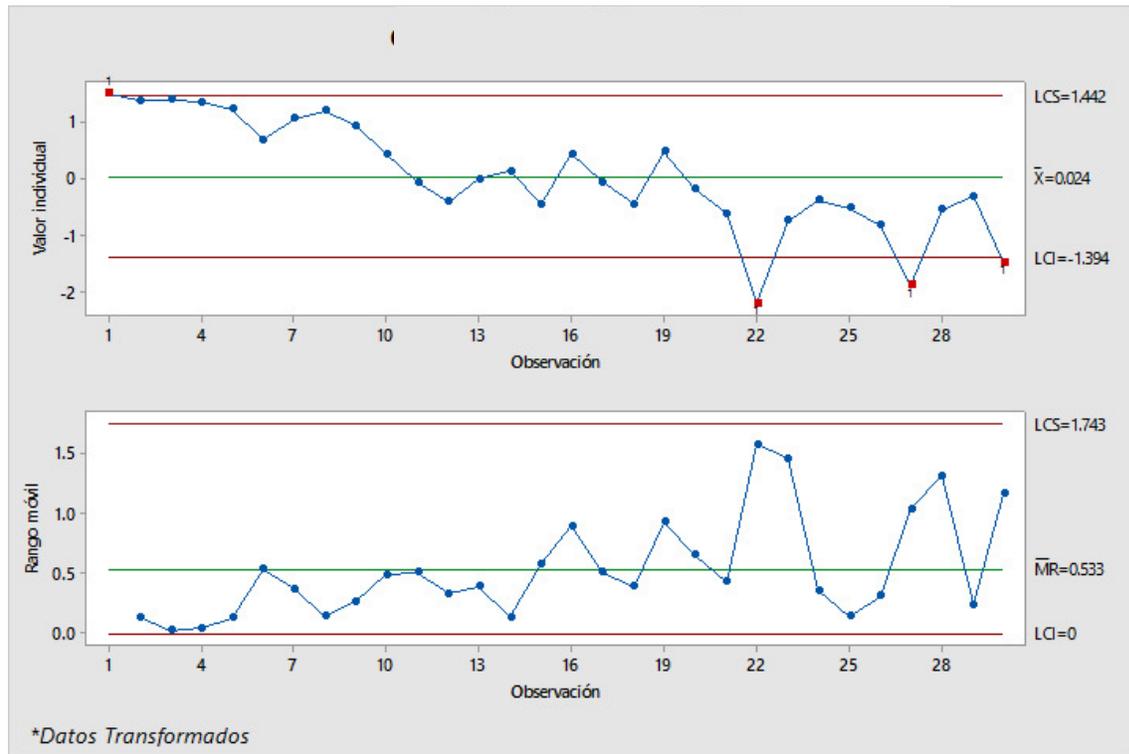
Gráfico de control

Habiendo empleado la transformación de Johnson, es importante señalar que para los límites de control y la media no se tomarán los datos originales de la variable en su escala real, sino que se mantendrán en términos de los datos transformados anteriormente.

Para el fin de estimar la variabilidad del proceso, solo se tomarán como referencia los valores obtenidos en la transformación.

Figura 28

Grafica I- MR para la variable humedad en el proceso de Secado



Nota. Elaboración con Minitab.

Se puede observar la presencia de cuatro puntos fuera de control. Uno de ellos (observación 1) por encima del Límite superior y tres (observación 22, 27 y 30) por debajo del Límite inferior. En base a esta información, se infiere que el proceso presenta fallas y está siendo afectado por causas aleatorias y asignables. Este hecho, se debe a que la materia prima, al no encontrarse en óptimas condiciones influye de manera negativa en esta etapa de secado, ya que, al llegar con una humedad elevada, es difícil alcanzar el porcentaje deseado de 3 %.

En el anexo 6, Figura A.5, se encuentra el análisis de capacidad del proceso para la variable humedad en el proceso de Secado, se puede observar que el proceso no es capaz.

A continuación en la tabla 34, se expone la ficha de control para la variable de resistencia en el producto terminado.

Tabla 34*Ficha para gráfico de control de variables para el control de la resistencia*

Tipo de Gráfico	Lecturas individuales. Gráfico I-MR.
Sujeto de Control	Proceso: Se controla la resistencia del producto final.
Característica de calidad	Resistencia (kg/cm ²)
Variable a controlar	Resistencia (kg/cm ²)
Estadístico a aplicar	Es la media para la parte "I" y la parte "MR".
Gráfico I	LCS= 180,20
	$\bar{x} = 160,90$
	LCL= 141,59
Gráfico MR	LCS= 23,72
	$\overline{MR} = 7,26$
	LCL= 0
Cantidad de unidades por muestra (Subgrupo)	1 unidad.
Frecuencia de muestreo	Para establecer los límites de control y para examinar la conducta de la variable se utilizaron 15 muestras. Se realiza de manera aleatoria, debido a la complejidad de la prueba.
Tipo de muestreo	La muestra se tomará del producto final.
Instrumento a aplicar	Se coloca el producto final en una máquina de compresión y se obtiene los datos. Con los datos obtenidos se aplica la siguiente formula:
	$C = \frac{W}{A}$
	C: Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) W: Máxima carga indicada por la máquina de ensayo (kN) A: Promedio del área de las superficies de contacto superior e inferior (cm ²)
Forma de medición o calificación	Un operario de producción toma la muestra y la lleva al laboratorio. El encargado trata la muestra y procesa los datos.
Acciones en caso de detectar fuera de control	Se procede a rechazar el lote o se califica como subproducto de baja calidad según sea el caso.

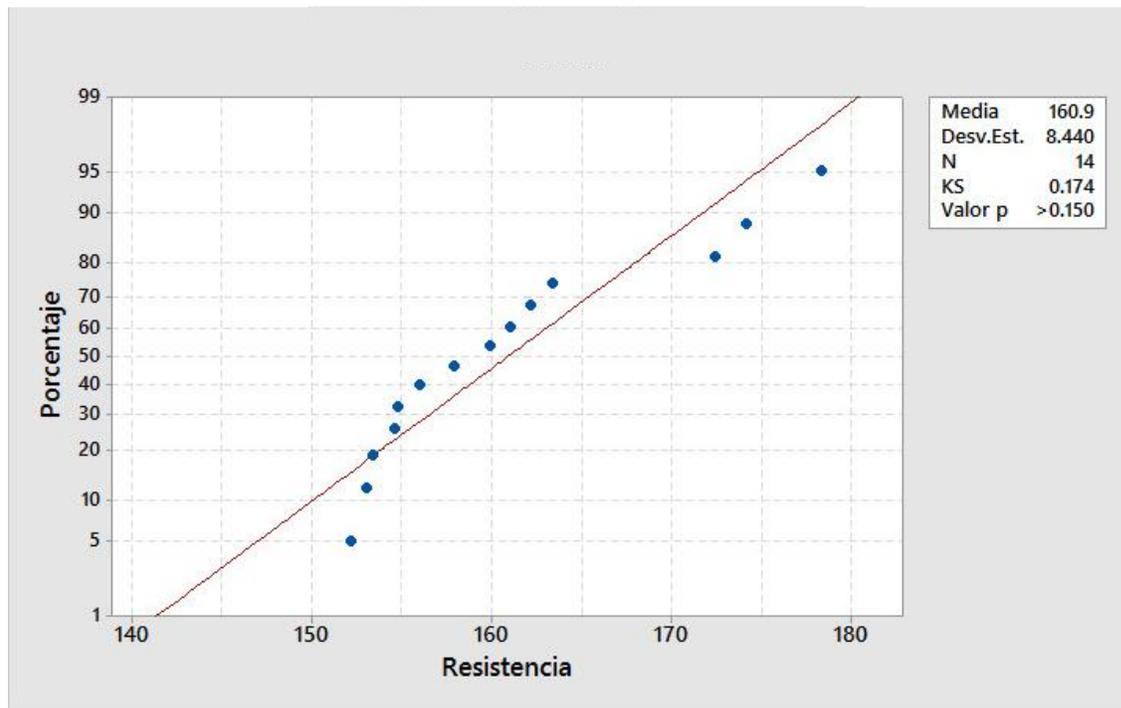
Prueba de normalidad

En la línea de producción, se analizaron 15 muestras de la variable resistencia y con esos datos se llevó a cabo una prueba de normalidad. En el anexo 5, tabla A.8, se ubican las muestras utilizadas en los análisis de normalidad.

Teniendo en cuenta que el p- value conseguido es mayor que el nivel de significancia determinado ($0,15 > 0,05$), se confirma la hipótesis, y se infiere que los datos si tienen una distribución normal. Por consiguiente, se pueden emplear los pasos para la elaboración de los gráficos de control.

Figura 29

Prueba de normalidad para la variable resistencia en el producto terminado



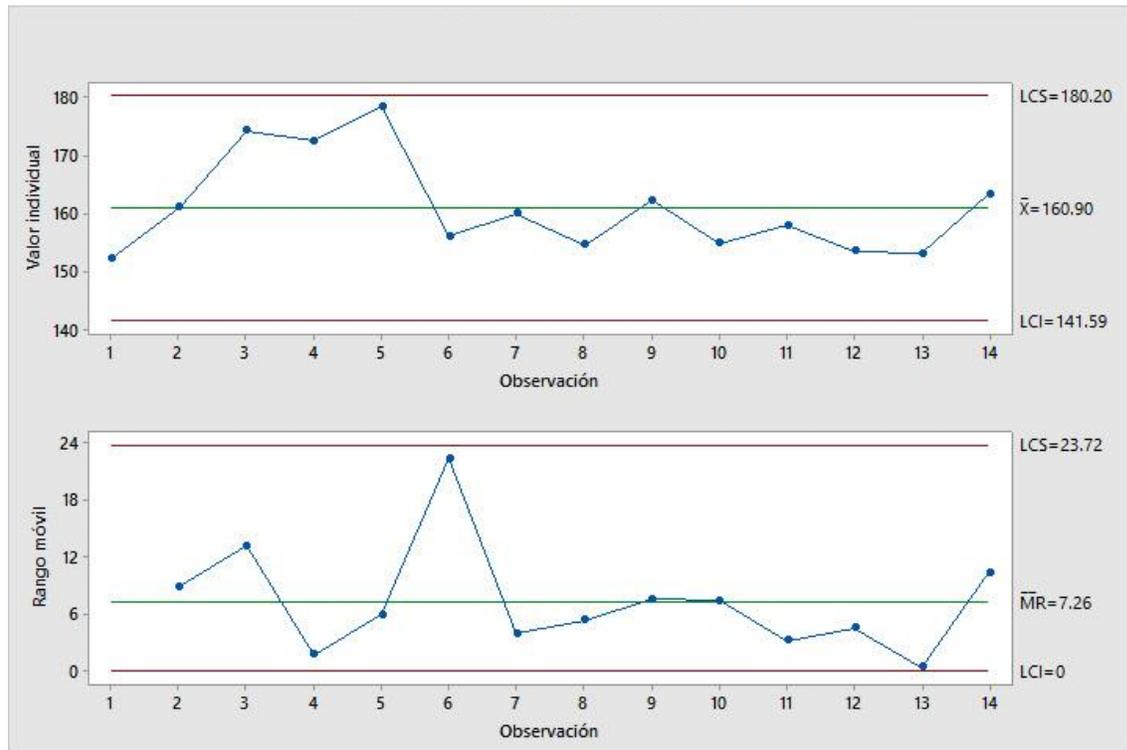
Nota. Elaboración con Minitab.

Grafica de Control

Después de validar los datos, se calculan los límites de control de la variable resistencia en el producto terminado con la distribución normal. A continuación, se expone la gráfica de control. La variabilidad depende de la cantidad de agua que contenga la mezcla y de los resultados de las pruebas de laboratorio que se obtengan con esos datos.

Figura 30

Grafica de control I-MR para la variable resistencia en el producto terminado



Nota. Elaboración con Minitab.

Se puede evidenciar que no existe ninguna muestra fuera de los límites de control en ambos gráficos del valor individual y del rango móvil. Sin embargo, en el primer gráfico, las observaciones 3, 4 y 5 presentan un patrón de crecimiento, aunque siguen dentro de los límites. En el segundo gráfico, solo la observación 6 tiene una tendencia de crecimiento.

Como se puede observar en las figuras 36, 38 y 45, la variable humedad se encuentra fuera de los límites, por lo que se propone establecer un control de calidad tanto para la materia prima como para el producto terminado que permitan mejorar los procesos y cumplir con las especificaciones y exigencias del mercado.

En el anexo 6, Figura A.6, se encuentra el análisis de capacidad del proceso para la variable resistencia en el producto terminado, se puede observar que el proceso no es capaz.

Se puede observar que a pesar que algunos procesos son estables ninguno es capaz.

Es por ello que se plantea un procedimiento para realizar las pruebas de calidad, basado en las siguientes normas:

- NTP 399.613: UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
- NTP 331.017: LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERIA. Requisitos.
- NORMA TECNICA E.070: ALBAÑILERIA.
- NTP 331.017: LADRILLO HUECO CERAMICO PARA TECHOS Y ENTREPISO ALIGERADOS.
- NTP 339.127: SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
- NTP 339.128: SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.

Se contemplan los siguientes ensayos:

Tipos de pruebas para materia prima

- Contenido de Humedad. (Véase figura 31)
- Límite Líquido y Límite Plástico. (Véase figura 32 y 33)
- Índice de Plasticidad (Véase figura 34)
- Análisis Granulométrico. (Véase figura 35)

Tipos de pruebas para el producto final

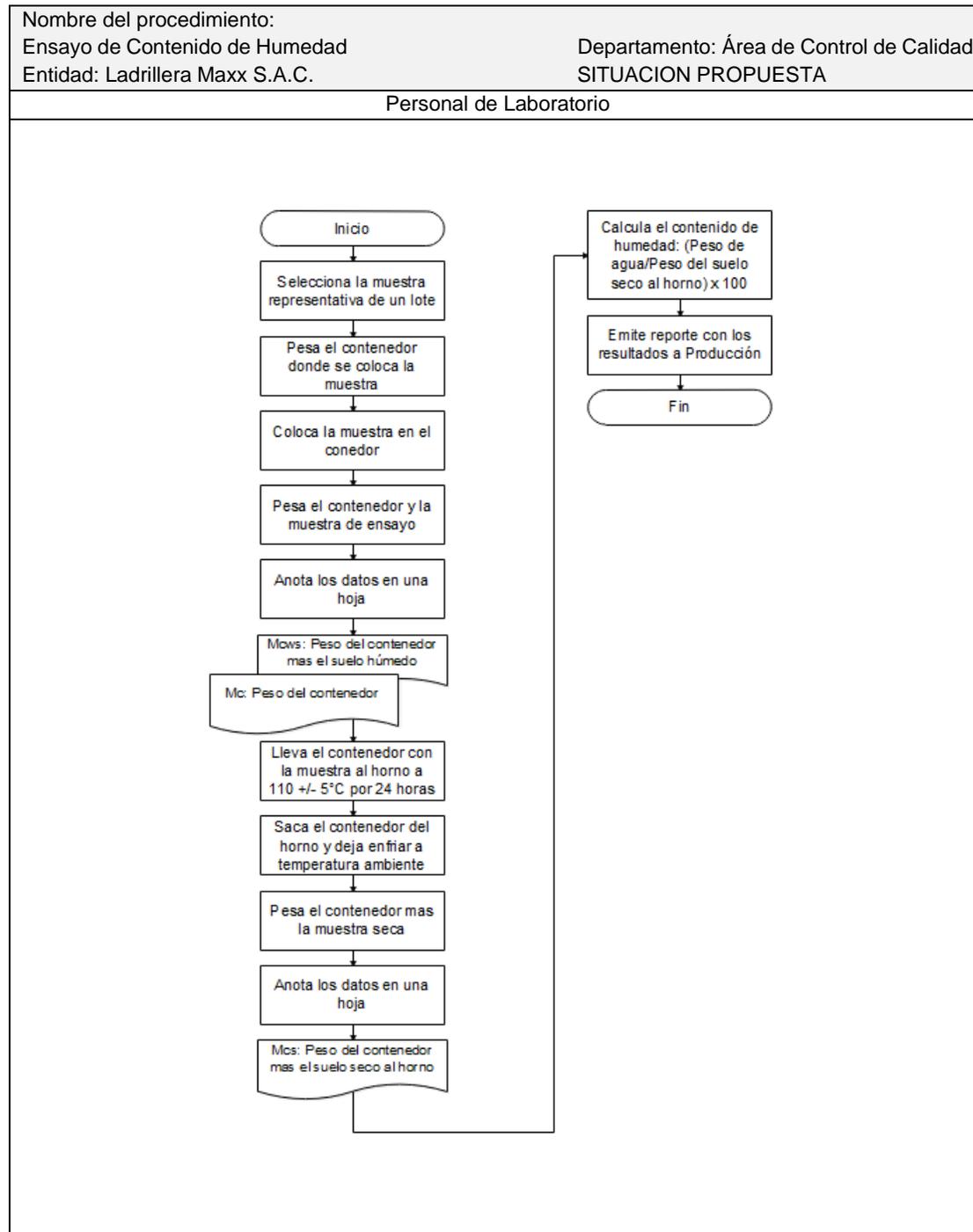
- Resistencia a la compresión. (Véase figura 36)
- Absorción. (Véase figura 37)
- Eflorescencia. (Véase figura 38)
- Alabeo. (Véase figura 39)
- Variación dimensional. (Véase figura 40)
- Porcentaje de Vacíos. (Véase figura 41)

Ensayos para Materia Prima:

Ensayo de Contenido de Humedad

Figura 31

Diagrama de Flujo – Ensayo de Contenido de Humedad



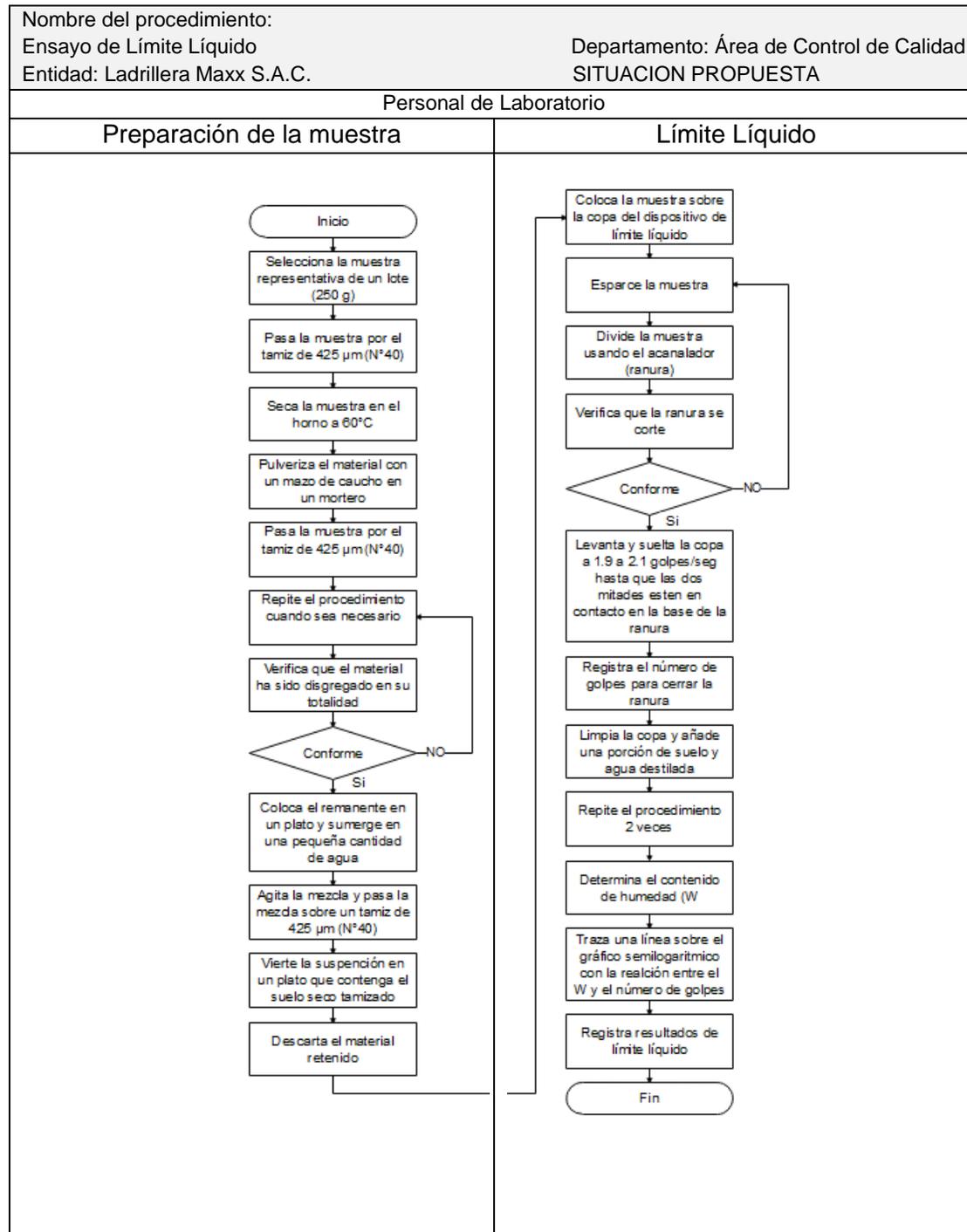
Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Ensayo de Límite Líquido y Plástico

Límite Líquido

Figura 32

Diagrama de Flujo – Ensayo de Límite líquido

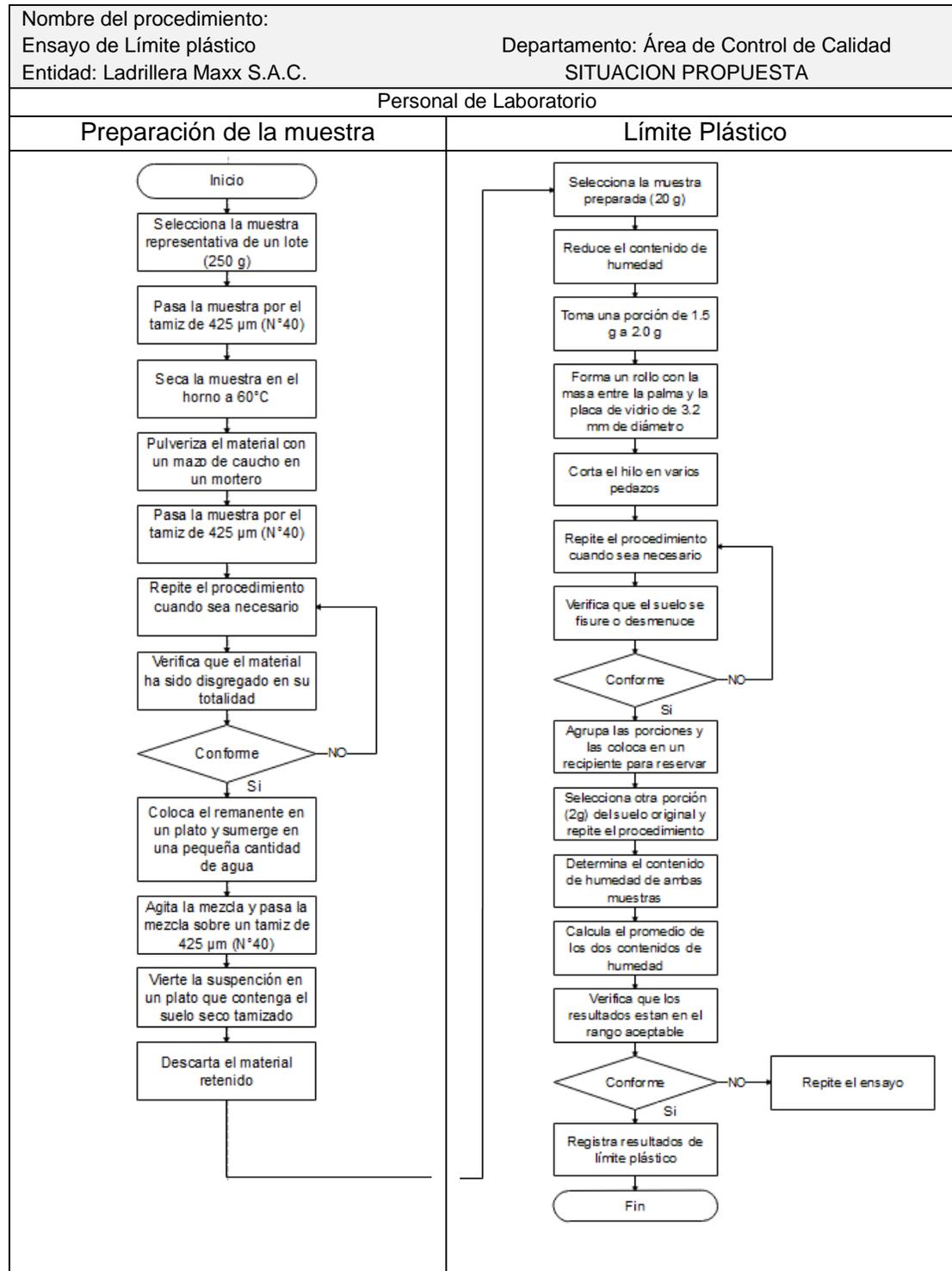


Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Límite Plástico

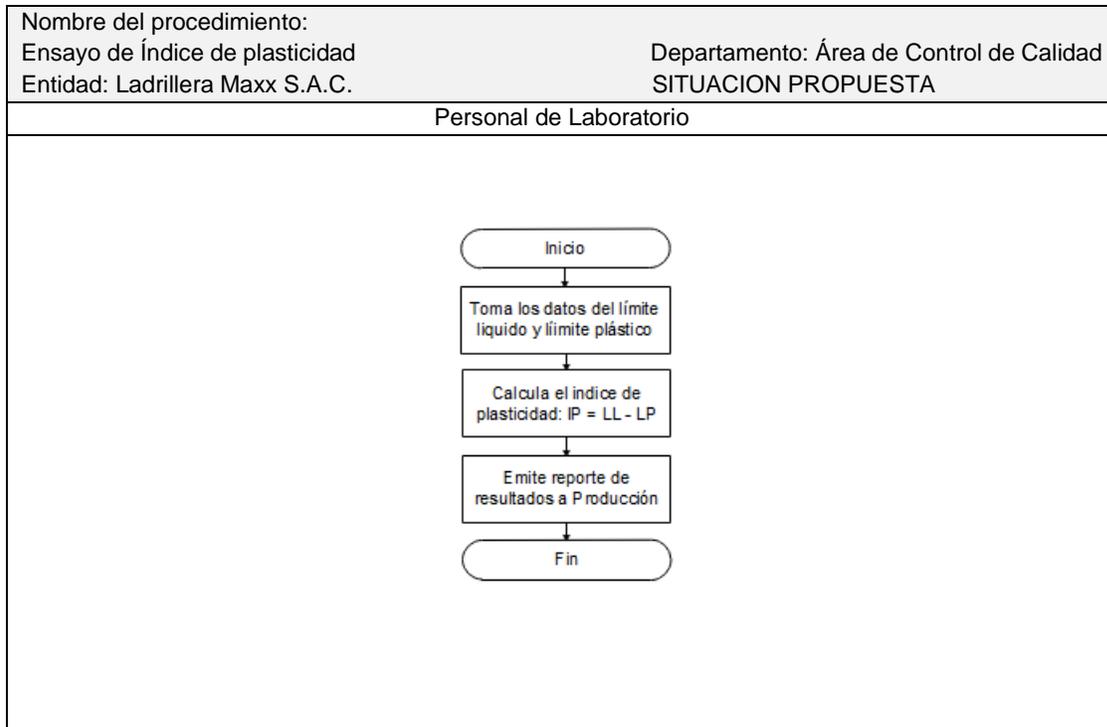
Figura 33

Diagrama de Flujo – Ensayo de Límite plástico



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Índice de Plasticidad

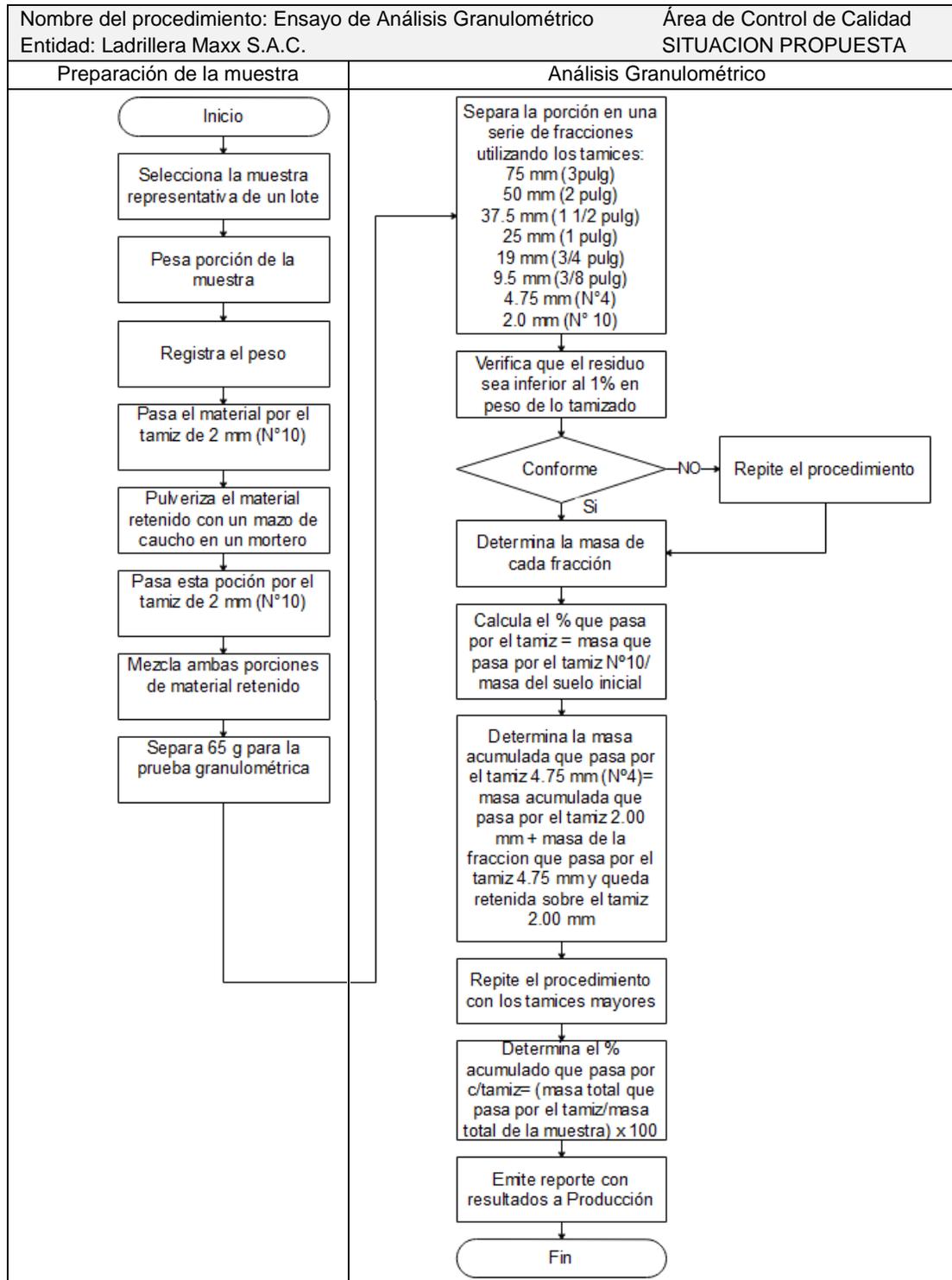
Figura 34*Diagrama de Flujo – Índice de Plasticidad*

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Ensayo de Análisis Granulométrico

Figura 35

Diagrama de Flujo – Análisis Granulométrico



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

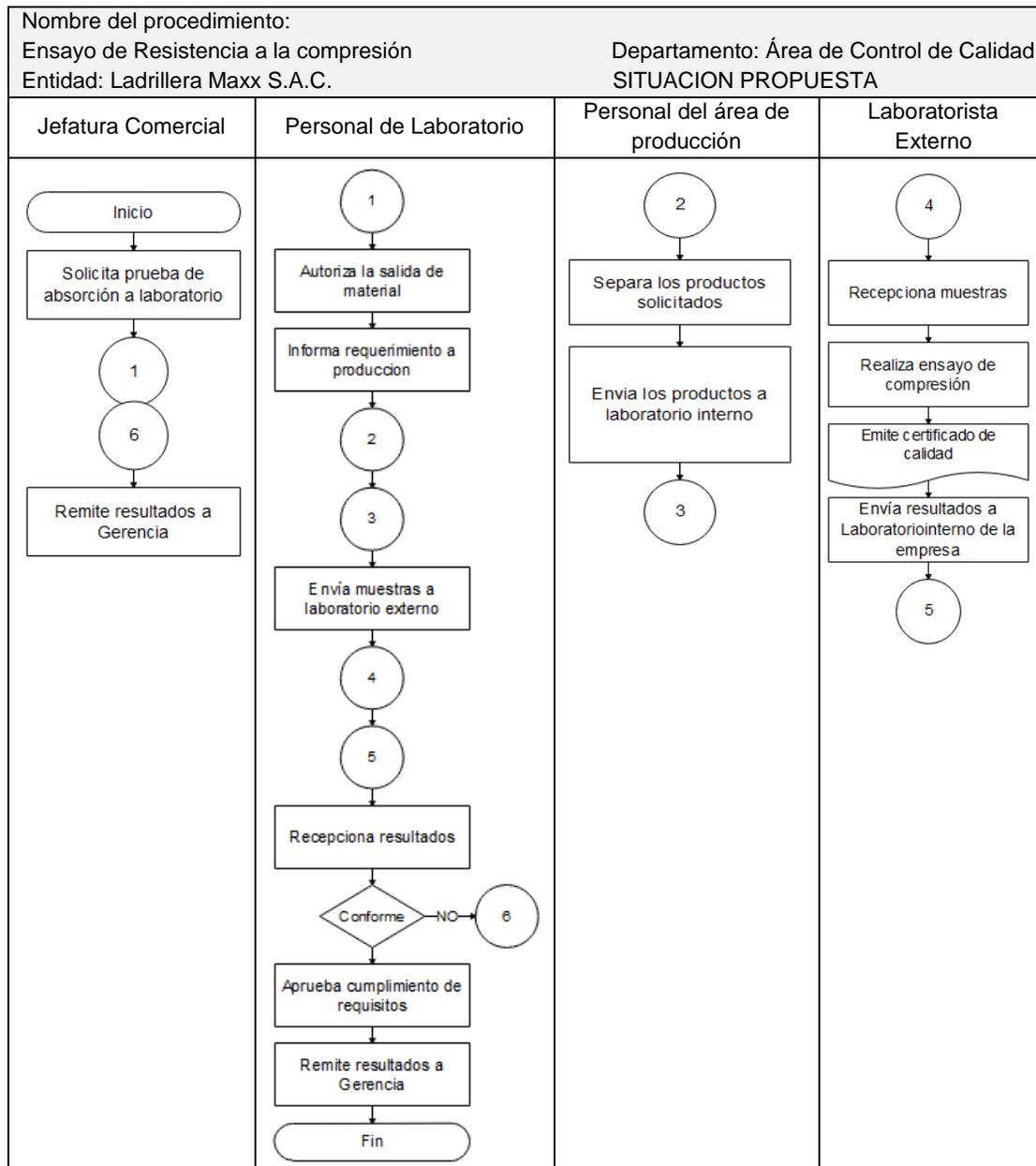
Ensayos para Producto Terminado

Ensayo de Resistencia a la Compresión

Debido a la complejidad del ensayo, a los costos que conlleva comprar un equipo de compresión y a la periodicidad con la que es solicitada, es conveniente que se realice de manera externa.

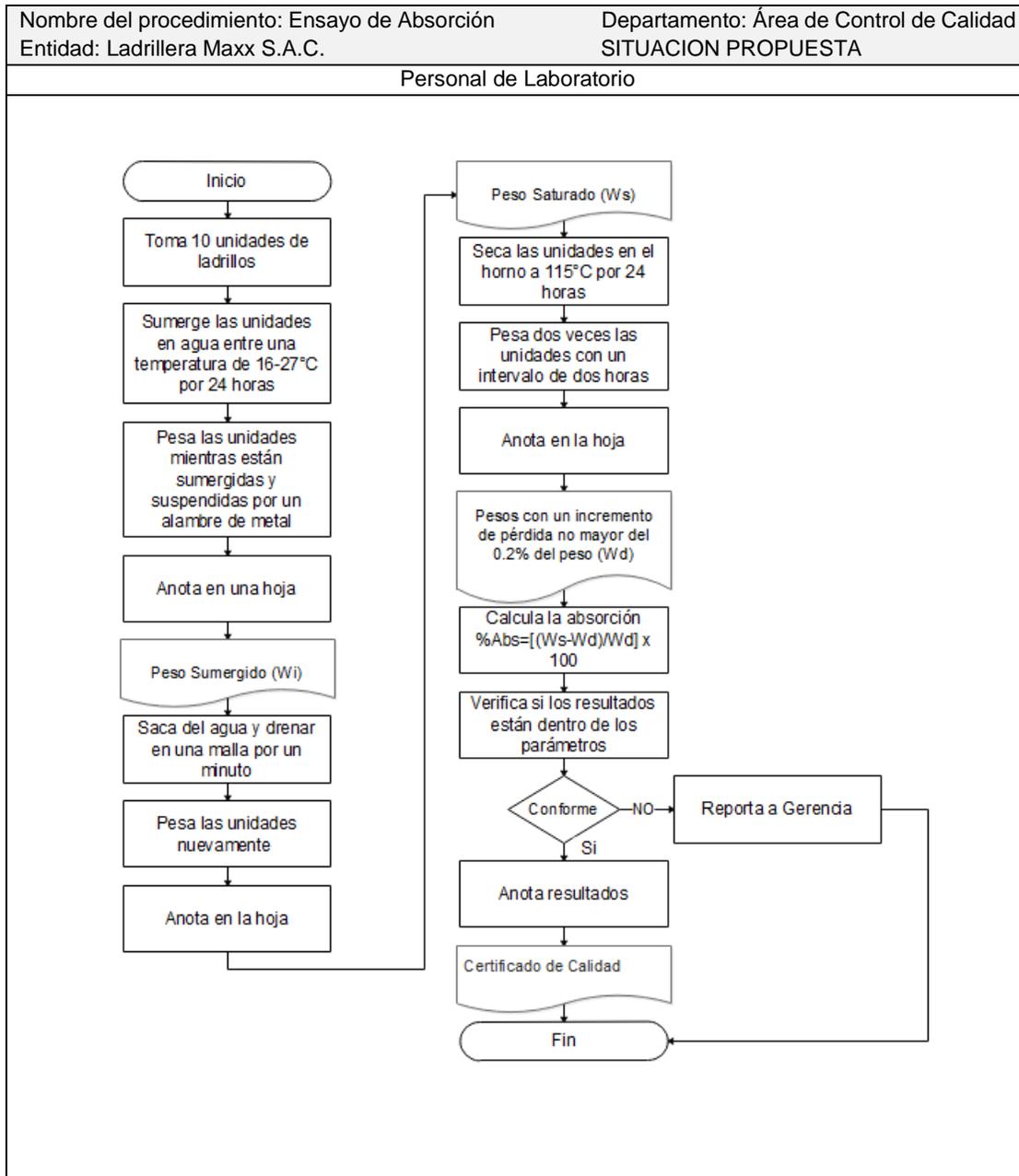
Figura 36

Diagrama de Flujo – Ensayo de Resistencia a la compresión



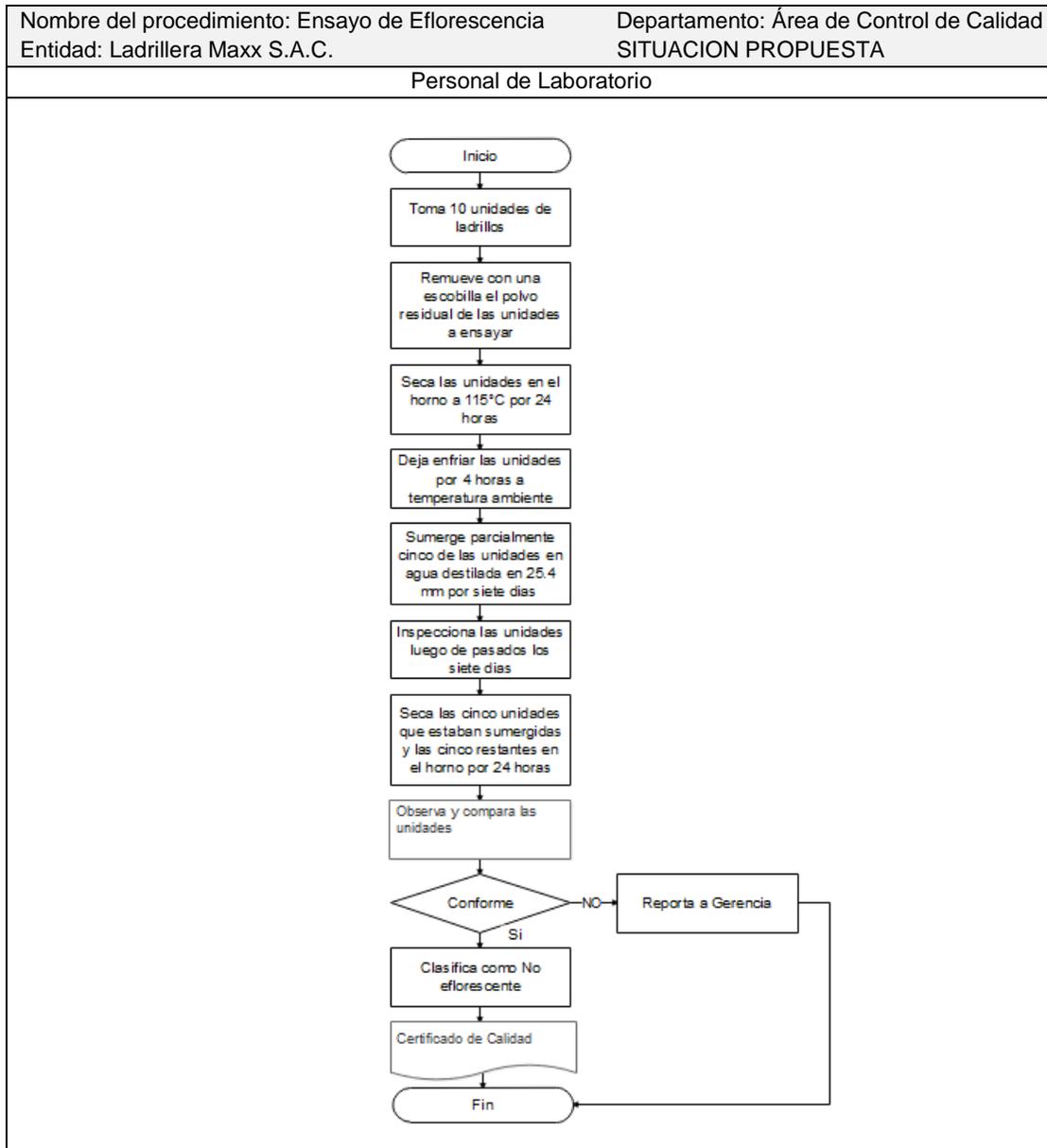
Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Ensayo de Absorción

Figura 37*Diagrama de Flujo – Ensayo de Absorción*

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Ensayo de Eflorescencia

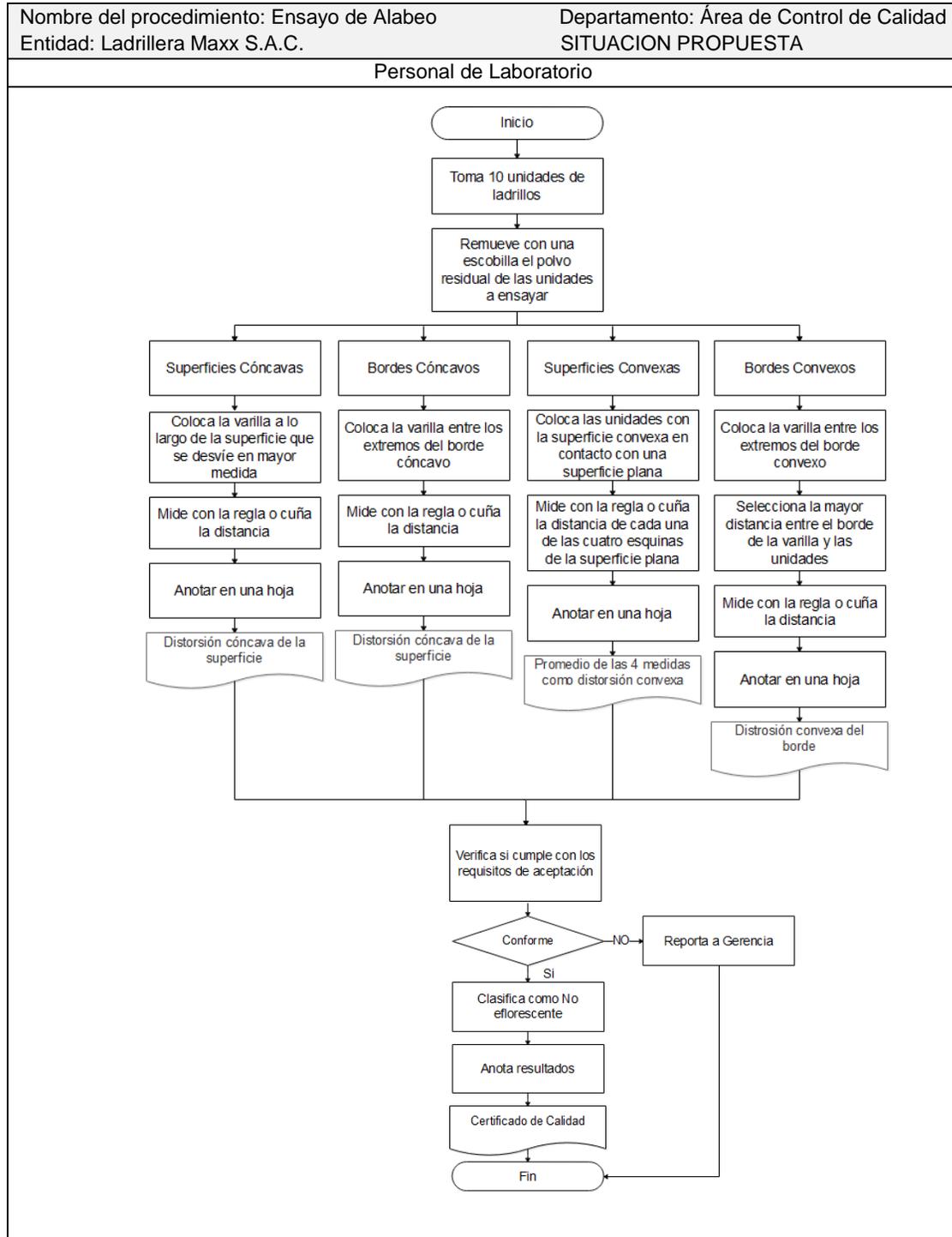
Figura 38*Diagrama de Flujo – Ensayo de Eflorescencia*

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

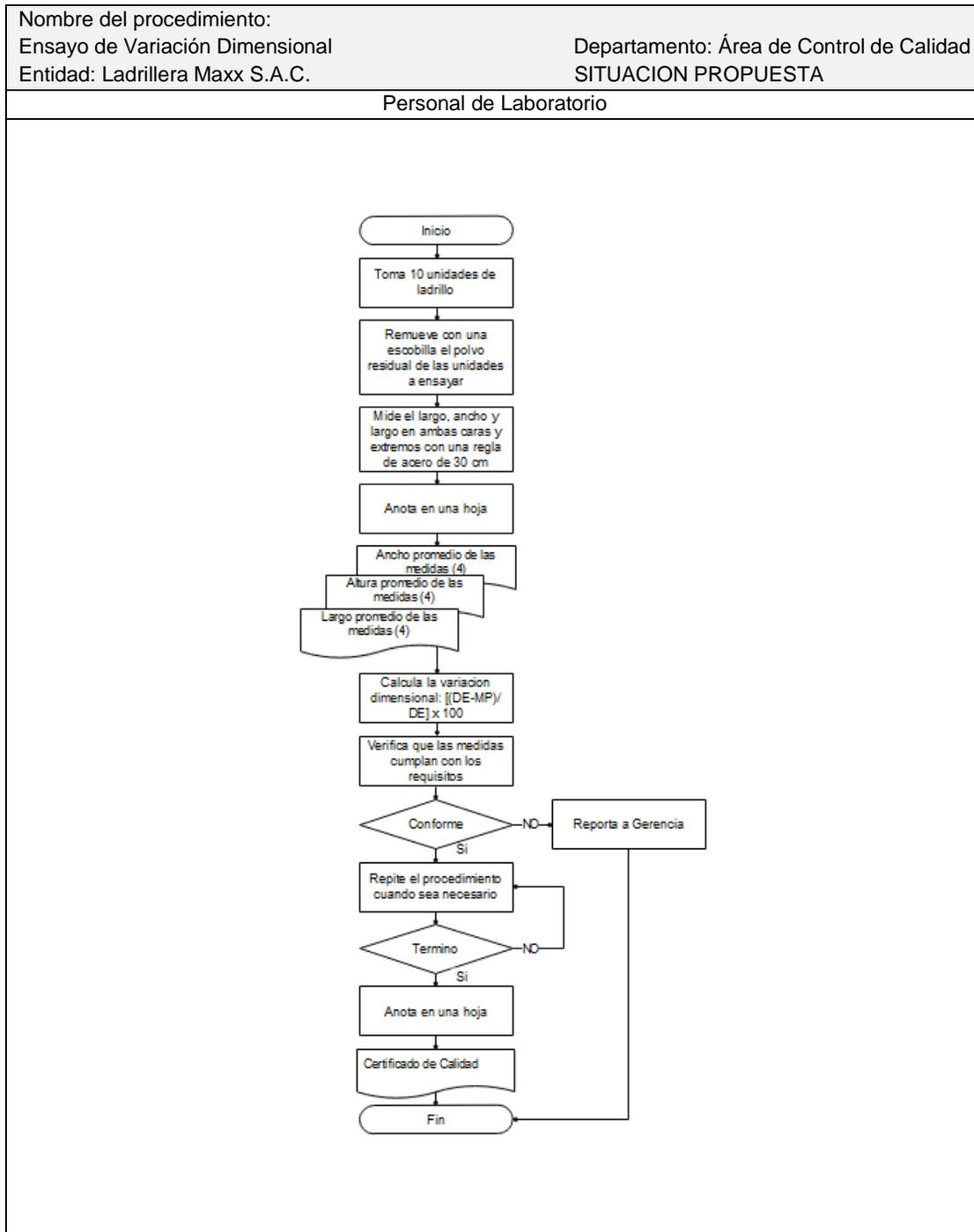
Ensayo de Alabeo

Figura 39

Diagrama de Flujo – Ensayo de Alabeo



Ensayo de Variación Dimensional

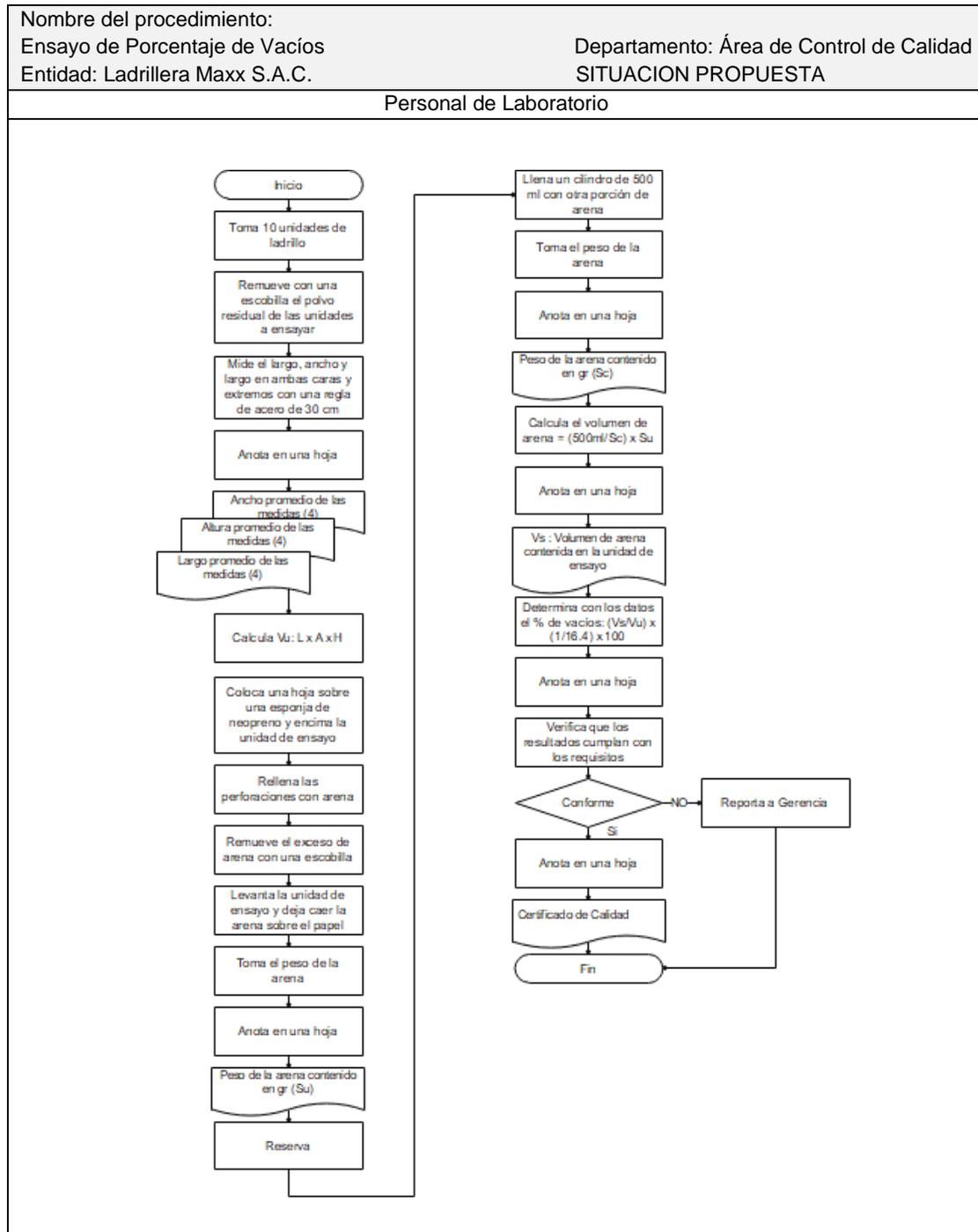
Figura 40*Diagrama de Flujo – Ensayo de Variación Dimensional*

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Ensayo de Porcentaje de Vacíos

Figura 41

Diagrama de Flujo – Ensayo de Porcentaje de vacíos



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Finalmente, se propone una matriz para el control de materia prima y producto terminado como se puede observar en las tablas 35 y 36.

Tabla 35

Matriz para el control de materia prima.

Ensayos	Parámetros		Frecuencia	Responsable
	Máximo	Mínimo		
Contenido de Humedad	3	2	Una vez por semana Día: Martes	Analista de Calidad
Límite Líquido y Límite Plástico	-	40	Una vez por semana Día: Miércoles	Analista de Calidad
Análisis Granulométrico	-	35	Una vez por semana Día: Lunes	Analista de Calidad

Tabla 36*Matriz para el control de producto terminado*

Ensayos	Parámetros		Frecuencia	Responsable	
	Máximo	Mínimo			
Resistencia a la compresión	Tipo I	69	50	Una vez cada 2 semanas Día: Lunes	Analista de Calidad
	Tipo II	94	70		
	Tipo III	129	95		
	Tipo IV	179	130		
	Tipo V	-	180		
Absorción	Tipo I	Sin Límite		Una vez por semana Día: Jueves	Analista de Calidad
	Tipo II	Sin Límite			
	Tipo III	25	-		
	Tipo IV	25	-		
	Tipo V	20	-		
Eflorescencia	Todos los tipos	Tiene Eflorescencia/ No tiene Eflorescencia		Una vez cada dos semanas Día: Sábado	Analista de Calidad
Alabeo	Tipo I	10	-	Una vez por semana Día: Jueves	Analista de Calidad
	Tipo II	8	-		
	Tipo III	6	-		
	Tipo IV	4	-		
	Tipo V	4	-		
Variación dimensional	Hasta 6 cm, incluido	± 2 cm	-	Una vez por semana Día: Jueves	Analista de Calidad
	De 7 cm a 10 cm, incluido	± 3 cm	-		
	De 11 cm a 14 cm, incluido	± 5 cm	-		
	De 15 cm a 24 cm, incluido	± 6 cm	-		
	De 25 cm a 40 cm, incluido	± 8 cm	-		
Porcentaje de Vacíos	Ladrillo macizo (muro)	25	75	Dos veces cada dos semanas Días: Viernes y Sábado	Analista de Calidad
	Ladrillo Hueco (techo)	75	25		

Se propone formatos para la realización de cada prueba (Véase anexo 7).

4.3.2.2. Segunda Propuesta: Plan de Producción

Planificación y control de la producción

Para implementar el plan de producción, se efectuó el análisis de las ventas de cada producto para los últimos tres años (2018-2020), con el propósito de observar el comportamiento de los datos y a partir de estos realizar las proyecciones respectivas a cada uno. Los datos se graficaron usando gráficos de dispersión y línea de tendencia, se determinó el coeficiente de correlación a partir del R^2 y se obtuvo la ecuación de la recta, a partir de esta se realizó los cálculos correspondientes.

Tabla 37

Ventas de ladrillos del año 2018-2020

Año	Meses	Ventas		
		<i>Hércules I</i>	<i>Blocker II</i>	<i>Pirámide 15</i>
2018	Enero	380000	1209000	222000
	Febrero	429000	1073500	223000
	Marzo	368000	1001000	202500
	Abril	439000	1222000	219000
	Mayo	560000	1090000	283000
	Junio	392000	1033000	257000
	Julio	520000	1176000	249000
	Agosto	430400	2064585	367560
	Septiembre	378000	667000	163000
	Octubre	560980	1074600	250460
	Noviembre	481000	1667009	312640
	Diciembre	308301	925321	259500
2019	Enero	578200	1416200	293100
	Febrero	436000	1128850	254500
	Marzo	518500	1283800	250320
	Abril	528500	874500	269500
	Mayo	389000	686000	140000
	Junio	600160	1243450	235720
	Julio	410000	1060400	204300
	Agosto	675000	1163342	244000
	Septiembre	590000	1222100	222000
	Octubre	572660	1122000	305000
	Noviembre	473000	1305300	236000
	Diciembre	287592	663500	149000

Continuación tabla 37

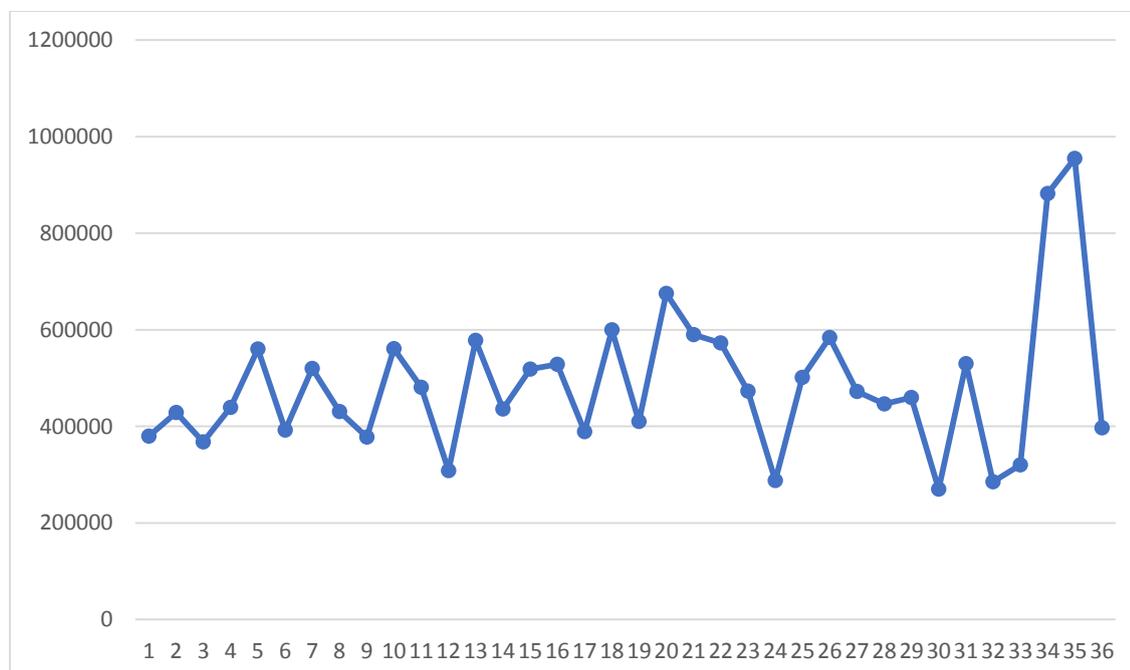
Año	Meses	Ventas		
		Hércules I	Blocker II	Pirámide 15
2020	Enero	501200	955000	211750
	Febrero	584000	1462000	249000
	Marzo	472350	876000	223000
	Abril	446840	1235400	200300
	Mayo	460000	955300	250500
	Junio	270000	452500	70000
	Julio	530000	2083000	337000
	Agosto	285000	1140000	225000
	Septiembre	320000	1414000	275000
	Octubre	882360	1997856	397112
	Noviembre	955040	2155936	460784
	Diciembre	397000	745000	220000

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Seguidamente, en la figura 42 se presenta los datos para las ventas del periodo de tres años de los ladrillos Hércules I.

Figura 42

Venta de ladrillo Hércules para los años del 2018 al 2020



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Como se puede observar, el comportamiento de las ventas en los últimos 3 años es estacional, observándose un incremento en la demanda del producto en los meses de octubre y noviembre del 2020.

El pronóstico de esta serie de tiempo implica la revisión de la tendencia de los datos a lo largo del tiempo. La presencia de estacionalidad hace necesario ajustar los pronósticos con una recta de tendencia. Las estaciones se expresan en términos de la cantidad en que difieren los valores reales de los valores promedio en la serie de tiempo. Analizar los datos en términos de meses o trimestres suele facilitar la detección de los patrones estacionales. Los índices estacionales pueden desarrollarse mediante varios métodos comunes.

En lo que se denomina modelo estacional multiplicativo, los factores estacionales se multiplican por una estimación de la demanda promedio para producir un pronóstico estacional. El supuesto en esta sección es que la tendencia se ha eliminado de los datos. De otra forma, la magnitud de los datos estacionales estaría distorsionada por la tendencia.

A continuación se presentan los pasos que se deben seguir para las tendencias “estaciones”:

1. Encontrar la demanda histórica promedio de cada estación sumando la demanda medida en los meses de cada año y dividiéndola entre el número de años con datos disponibles.
2. Calcular la demanda promedio de todos los meses dividiendo el promedio total de la demanda anual entre el número de estaciones.
3. Calcular un índice estacional para cada estación dividiendo la demanda histórica real del año (del paso 1) entre la demanda promedio de todos los meses (del paso 2).
4. Estimar la demanda total anual para el siguiente año.
5. Dividir esta estimación de la demanda total anual entre el número de estaciones, después multiplicarla por el índice estacional para ese año. Esto proporciona el pronóstico estacional.

De acuerdo a lo anterior, se determinó el valor proyectado de las ventas para el mes de enero de 2021. Asimismo, se aplicó esta serie de cálculos para determinar los meses restantes hasta completar los cinco años (véase tabla 38).

Cabe mencionar que, este pronóstico de las ventas se efectuó con el programa WinQSB en su versión 2,0, el cual es un software de análisis matemático para el cálculo de pronósticos.

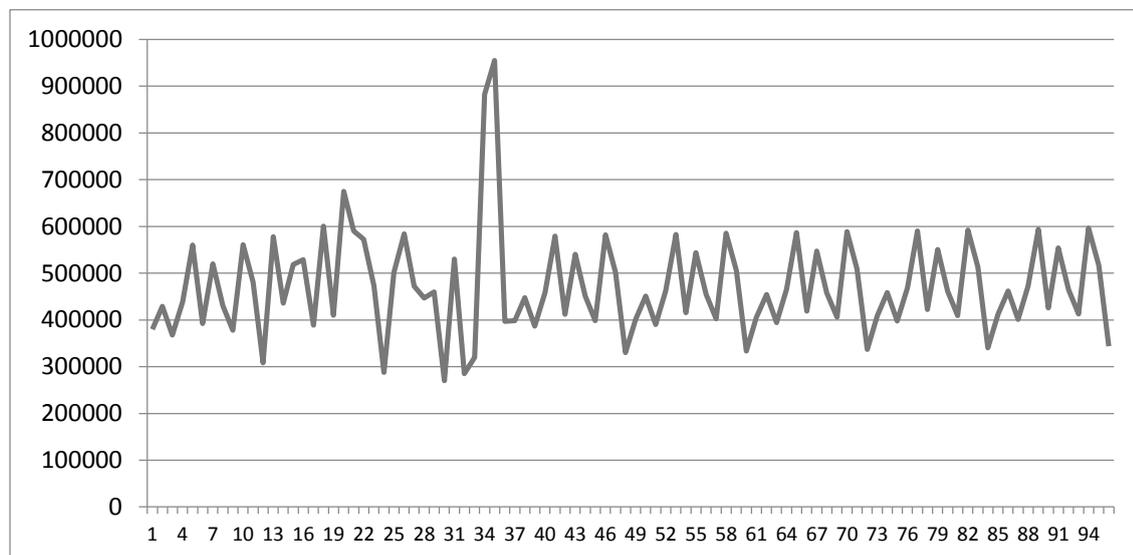
Tabla 38*Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Hércules I*

Año/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2021	398311	447605	386900	458195	579489	411784	540078	450773	398667	581942	502257	329852
2022	401846	451140	390435	461729	583024	415319	543613	454308	402202	585477	505791	333387
2023	405381	454675	393970	465264	586559	418853	547148	457843	405737	589012	509326	336922
2024	408915	458210	397504	468799	590094	422388	550683	461377	409272	592546	512861	340457
2025	412450	461745	401039	472334	593628	425923	554218	464912	412807	596081	516396	343991

En la figura 43 se presenta el pronóstico de las venta de para los ladrillos Hércules I.

Figura 43

Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Hércules I

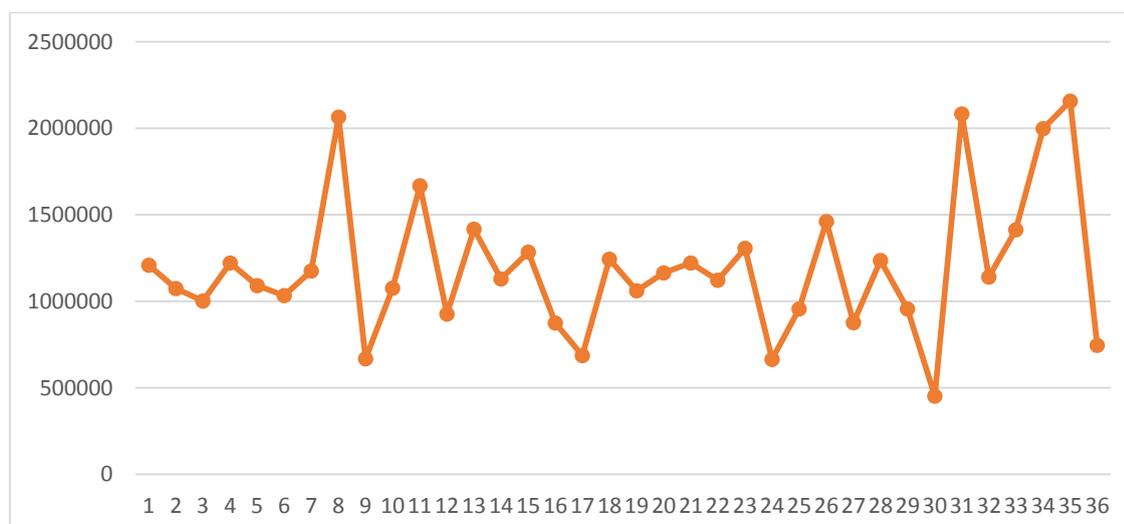


De la misma manera, en las siguientes tablas se presentan los resultados de las proyecciones para los ladrillos Blocker II (véase tabla 39) y Pirámide 15 (véase tabla 40) para los próximos cinco años.

En la figura 44 se presenta los datos para las ventas en el periodo de 2018 al 2020 de los ladrillos Blocker II.

Figura 44

Venta de ladrillo Blocker II para los años del 2018 al 2020



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

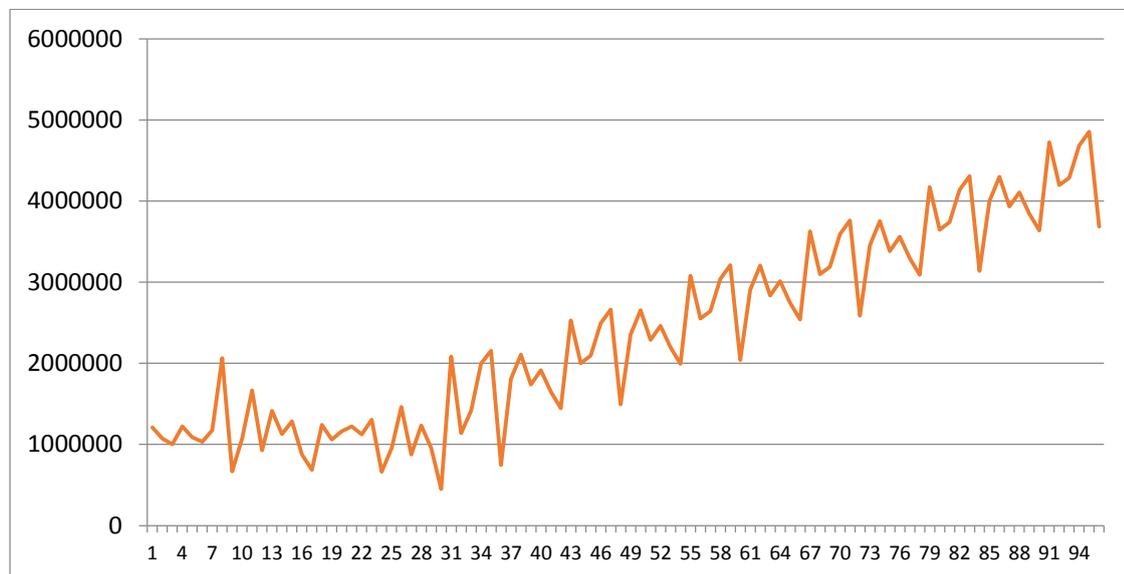
Tabla 39*Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Blocker II*

Año/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2021	1808877	2108099	1739168	1914394	1650518	1444743	2530048	2002550	2094317	2493386	2662963	1492796
2022	2357252	2656474	2287543	2462769	2198893	1993118	3078423	2550925	2642692	3041761	3211338	2041171
2023	2905627	3204849	2835918	3011144	2747268	2541493	3626798	3099300	3191067	3590136	3759714	2589547
2024	3454002	3753224	3384293	3559519	3295643	3089868	4175173	3647675	3739442	4138511	4308089	3137922
2025	4002377	4301599	3932668	4107894	3844018	3638244	4723549	4196051	4287817	4686886	4856464	3686297

A continuación, en la figura 45 se presenta el pronósticos de las venta de para los ladrillos Blocker II.

Figura 45

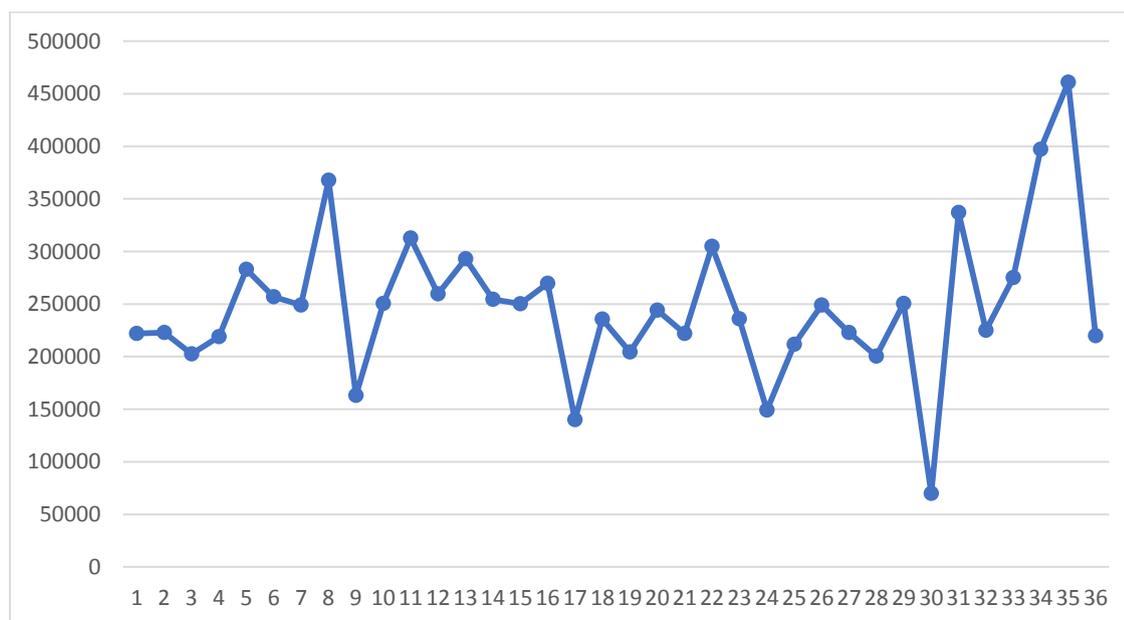
Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Blocker II



Seguidamente, en la figura 46 se presenta los datos para las ventas en el periodo de 2018 al 2020 de los ladrillos Pirámide 15.

Figura 46

Venta de ladrillo Pirámide 15 para los años del 2018 al 2020



Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

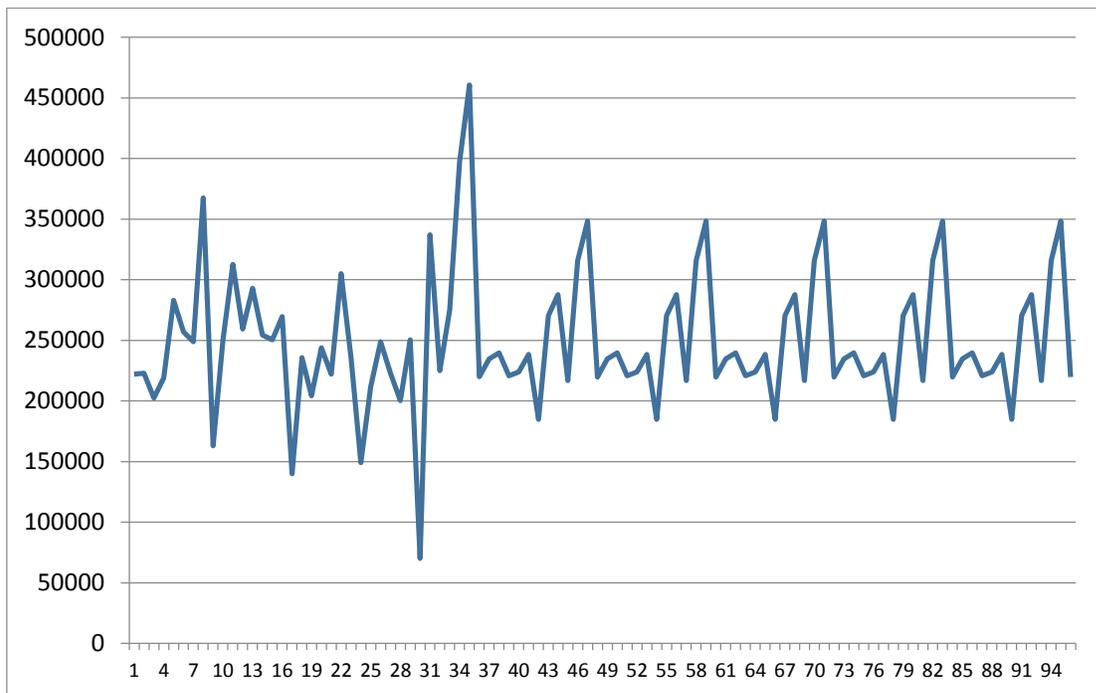
Tabla 40*Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Pirámide 15*

Año/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2021	234691	239618	220898	223903	238353	184777	270381	287770	216914	315821	348314	219821
2022	234691	239618	220898	223903	238353	184777	270381	287770	216914	315821	348314	219821
2023	234691	239618	220898	223903	238353	184777	270381	287770	216914	315821	348314	219821
2024	234691	239618	220898	223903	238353	184777	270381	287770	216914	315821	348314	219821
2025	234691	239618	220898	223903	238353	184777	270381	287770	216914	315821	348314	219821

A continuación, en la figura 47 se presenta el pronósticos de las venta de para los ladrillos Pirámide 15.

Figura 47

Proyección de ventas desde el año 2021 al 2025 para los ladrillos Blocker II



Producciones

Una vez determinadas las proyecciones de los tres productos se procedió a detallar las ventas estimadas que se tendrán en el año 2021, como se muestra en la tabla 41.

Tabla 41*Producción proyectada para el año 2021*

Año	Mes	Ventas		
		<i>Hércules I</i>	<i>Blocker II</i>	<i>Pirámide 15</i>
2021	Enero	398311	1808877	234691
	Febrero	447605	2108099	239618
	Marzo	386900	1739168	220898
	Abril	458195	1914394	223903
	Mayo	579489	1650518	238353
	Junio	411784	1444743	184777
	Julio	540078	2530048	270381
	Agosto	450773	2002550	287770
	Septiembre	398667	2094317	216914
	Octubre	581942	2493386	315821
	Noviembre	502257	2662963	348314
	Diciembre	329852	1492796	219821

Stock de seguridad

A continuación, se determinó el stock de seguridad, el cual muy aparte de la producción pronosticada, es la cantidad de productos que se debe tener para cubrir pedidos inesperados o cubrir un día de paro de la producción por circunstancias incontrolables.

Para determinar el stock de seguridad se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Stock de seguridad} = (PME - PE) * DS \quad (5)$$

Donde:

PME = El plazo máximo de entrega en el que el proveedor envía el producto asumiendo que hubiera un retraso.

PE = Plazo de entrega normal en el que el proveedor envía la mercadería en condiciones normales.

DS = La demanda semanal.

PME = 3 días.

PE = 1,5 días.

A continuación, en la tabla 42 se presenta el nivel de stock de seguridad con el que se debe contar para cada uno de los meses del año 2021.

Tabla 42

Stock de seguridad mensual en el año 2021

Mes	Stock de seguridad		
	<i>Hércules I</i>	<i>Blocker II</i>	<i>Pirámide 15</i>
Enero	149367	678329	88009
Febrero	167852	790537	89857
Marzo	145088	652188	82837
Abril	171823	717898	83964
Mayo	217308	618944	89382
Junio	154419	541779	69291
Julio	202529	948768	101393
Agosto	169040	750956	107914
Septiembre	149500	785369	81343
Octubre	218228	935020	118433
Noviembre	188346	998611	130618
Diciembre	123695	559799	82433

A continuación, en la tabla 43 se presenta el nivel de stock de seguridad semanal.

Tabla 43

Stock de seguridad semanal en el año 2021

Mes	Stock de seguridad		
	<i>Hércules I</i>	<i>Blocker II</i>	<i>Pirámide 15</i>
Enero	37342	169582	22002
Febrero	41963	197634	22464
Marzo	36272	163047	20709
Abril	42956	179474	20991
Mayo	54327	154736	22346
Junio	38605	135445	17323
Julio	50632	237192	25348
Agosto	42260	187739	26978
Septiembre	37375	196342	20336
Octubre	54557	233755	29608
Noviembre	47087	249653	32654
Diciembre	30924	139950	20608

Asimismo, se determinó el punto de pedido, para lo cual hay que tener en cuenta el plazo de entrega del proveedor (PE) y la media de las ventas previstas, esto es, la demanda media (DM) semanal. De este modo, el punto de pedido se calcula según la siguiente ecuación.

$$PP = SS + (PE \times DM) \quad (6)$$

Donde:

PE = Plazo de entrega del proveedor.

DM = Media de las ventas previstas.

A continuación, en la tabla 44 se presenta el punto de pedido mensual con el que se debe contar para cada uno de los meses del año 2021.

Tabla 44

Punto de pedido mensual de producto en el año 2021

Mes	Punto de pedido		
	<i>Hércules I</i>	<i>Blocker II</i>	<i>Pirámide 15</i>
Enero	298733	1356658	176019
Febrero	335704	1581074	179713
Marzo	290175	1304376	165673
Abril	343646	1435796	167927
Mayo	434617	1237889	178765
Junio	308838	1083557	138583
Julio	405059	1897536	202786
Agosto	338080	1501913	215828
Septiembre	299001	1570738	162685
Octubre	436457	1870040	236866
Noviembre	376692	1997222	261236
Diciembre	247389	1119597	164866

A continuación, en la tabla 45 se presenta el punto de pedido semanal.

Tabla 45*Punto de pedido semanal de producto en el año 2021*

Mes	Punto de pedido		
	<i>Hércules I</i>	<i>Blocker II</i>	<i>Pirámide 15</i>
Enero	74683	339164	44005
Febrero	83926	395269	44928
Marzo	72544	326094	41418
Abril	85911	358949	41982
Mayo	108654	309472	44691
Junio	77209	270889	34646
Julio	101265	474384	50696
Agosto	84520	375478	53957
Septiembre	74750	392684	40671
Octubre	109114	467510	59216
Noviembre	94173	499306	65309
Diciembre	61847	279899	41216

Requerimiento de producciones

Una vez calculado el stock de seguridad de cada producto y las proyecciones de la demanda, se establecieron los requerimientos de producción en total, para cada uno de los productos estudiados.

Para determinar los requerimientos de producción se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Requerimiento de producción} = D + SS - II \quad (7)$$

Donde:

D = Demanda.

SS = Stock de Seguridad.

II = Inventario Inicial.

A continuación, se presenta los requerimientos de producción mensual de los ladrillos Hércules I (véase tabla 46), Blocker II (véase tabla 47) y Pirámide 15 (véase tabla 48).

Tabla 46*Requerimiento de producción mensual de ladrillos Hércules I para el año 2021*

Mes	Inventario inicial	Consumo mensual	Stock de seguridad	Requerimiento	Inventario final
Enero	0	398311	149367	547677	149367
Febrero	149367	447605	167852	466091	167852
Marzo	167852	386900	145088	364135	145088
Abril	145088	458195	171823	484930	171823
Mayo	171823	579489	217308	624975	217308
Junio	217308	411784	154419	348894	154419
Julio	154419	540078	202529	588189	202529
Agosto	202529	450773	169040	417283	169040
Septiembre	169040	398667	149500	379128	149500
Octubre	149500	581942	218228	650670	218228
Noviembre	218228	502257	188346	472375	188346
Diciembre	188346	329852	123695	265200	123695

Tabla 47*Requerimiento de producción mensual de ladrillos Blocker II para el año 2021*

Mes	Inventario inicial	Consumo mensual	Stock de seguridad	Requerimiento	Inventario final
Enero	0	1808877	678329	2487206	678329
Febrero	678329	2108099	790537	2220307	790537
Marzo	790537	1739168	652188	1600819	652188
Abril	652188	1914394	717898	1980104	717898
Mayo	717898	1650518	618944	1551565	618944
Junio	618944	1444743	541779	1367577	541779
Julio	541779	2530048	948768	2937037	948768
Agosto	948768	2002550	750956	1804738	750956
Septiembre	750956	2094317	785369	2128730	785369
Octubre	785369	2493386	935020	2643037	935020
Noviembre	935020	2662963	998611	2726554	998611
Diciembre	998611	1492796	559799	1053983	559799

Tabla 48*Requerimiento de producción mensual de ladrillos Pirámide 15 para el año 2021*

Mes	Inventario inicial	Consumo mensual	Stock de seguridad	Requerimiento	Inventario final
Enero	0	234691	88009	322701	88009
Febrero	88009	239618	89857	241465	89857
Marzo	89857	220898	82837	213878	82837
Abril	82837	223903	83964	225030	83964
Mayo	83964	238353	89382	243771	89382
Junio	89382	184777	69291	164686	69291
Julio	69291	270381	101393	302483	101393
Agosto	101393	287770	107914	294291	107914
Septiembre	107914	216914	81343	190342	81343
Octubre	81343	315821	118433	352911	118433
Noviembre	118433	348314	130618	360499	130618
Diciembre	130618	219821	82433	171636	82433

A continuación, se presenta los requerimientos de producción semanal de los ladrillos Hércules I (véase tabla 49), Blocker II (véase tabla 50) y Pirámide 15 (véase tabla 51).

Tabla 49*Requerimiento de producción semanal de ladrillos Hércules I para el año 2021*

Mes	Inventario inicial	Consumo semanal	Stock de seguridad	Requerimiento	Inventario final
Enero	0	99578	37342	136919	37342
Febrero	37342	111901	41963	116523	41963
Marzo	41963	96725	36272	91034	36272
Abril	36272	114549	42956	121233	42956
Mayo	42956	144872	54327	156244	54327
Junio	54327	102946	38605	87224	38605
Julio	38605	135020	50632	147047	50632
Agosto	50632	112693	42260	104321	42260
Septiembre	42260	99667	37375	94782	37375
Octubre	37375	145486	54557	162667	54557
Noviembre	54557	125564	47087	118094	47087
Diciembre	47087	82463	30924	66300	30924

Tabla 50*Requerimiento de producción semanal de ladrillos Blocker II para el año 2021*

Mes	Inventario inicial	Consumo semanal	Stock de seguridad	Requerimiento	Inventario final
Enero	0	452219	169582	621801	169582
Febrero	169582	527025	197634	555077	197634
Marzo	197634	434792	163047	400205	163047
Abril	163047	478599	179474	495026	179474
Mayo	179474	412630	154736	387891	154736
Junio	154736	361186	135445	341894	135445
Julio	135445	632512	237192	734259	237192
Agosto	237192	500638	187739	451185	187739
Septiembre	187739	523579	196342	532182	196342
Octubre	196342	623347	233755	660759	233755
Noviembre	233755	665741	249653	681639	249653
Diciembre	249653	373199	139950	263496	139950

Tabla 51*Requerimiento de producción semanal de ladrillos Pirámide 15 para el año 2021*

Mes	Inventario inicial	Consumo semanal	Stock de seguridad	Requerimiento	Inventario final
Enero	0	58673	22002	80675	22002
Febrero	22002	59904	22464	60366	22464
Marzo	22464	55224	20709	53469	20709
Abril	20709	55976	20991	56258	20991
Mayo	20991	59588	22346	60943	22346
Junio	22346	46194	17323	41172	17323
Julio	17323	67595	25348	75621	25348
Agosto	25348	71943	26978	73573	26978
Septiembre	26978	54228	20336	47586	20336
Octubre	20336	78955	29608	88228	29608
Noviembre	29608	87079	32654	90125	32654
Diciembre	32654	54955	20608	42909	20608

Ahora bien, debido a que el problema es que la empresa no cuenta con sistema de producción estandarizado, es decir, no se cuenta con un plan de producción. La misma se efectuaba sin un control de los productos a fabricar por lo que se dan los casos de colocar distintos ladrillos en un mismo vagón, lo que origina que no se cumplan con los

requerimientos de temperatura y presión que cada uno requiere para su procesamiento en el horno de cocción, lo que origina que se generen productos fuera de especificaciones (productos defectuosos).

Por este motivo, partiendo de los requerimientos de producción para cada ladrillo y la capacidad de los vagones por cada tipo de ladrillo se calculó: (1) la cantidad de vagones por tipo de ladrillos que deben ser ingresados al horno por día de producción para cada mes proyectado, (2) la cantidad producto por tipo de ladrillo y (3) la cantidad total de ladrillos procesados en el horno por día laboral.

A continuación en la tabla 52 se muestra la capacidad de cada vagón.

Tabla 52

Capacidad de un vagón por tipo de ladrillo

Producto	Cantidad por vagón
Hércules I	3456
Blocker II	1848
Pirámide 15	936

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Como se puede evidencia, un vagón tiene la capacidad de trasladar hacia el horno la cantidad de 3456 de ladrillos Hércules I, siendo esta la mayor cantidad, seguido de 1848 de ladrillos Blocker II y 936 de ladrillos Pirámide 15.

A continuación, se presenta la cantidad de vagones semanales y diarios necesarios para cubrir los requerimientos de producción de los ladrillos Hércules I (véase tabla 53), Blocker II (véase tabla 54) y Pirámide 15 (véase tabla 55).

Tabla 53

Cantidad de vagones semanal y diarios necesarios para cubrir los requerimientos de producción del ladrillo Hércules I

Vagones por semana (producción + SS)	Vagones por día (producción + SS)	Vagones por semana (solo producción)	Vagones por día (solo producción)
40	7	29	5
34	6	32	5
26	4	28	5
35	6	33	6
45	8	42	7
25	4	30	5
43	7	39	7
30	5	33	5
27	5	29	5
47	8	42	7
34	6	36	6
19	3	24	4

Tabla 54

Cantidad de vagones semanal y diarios necesarios para cubrir los requerimientos de producción del ladrillo Blocker II

Vagones por semana (producción + SS)	Vagones por día (producción + SS)	Vagones por semana (solo producción)	Vagones por día (solo producción)
336	56	245	41
300	50	285	48
217	36	235	39
268	45	259	43
210	35	223	37
185	31	195	33
397	66	342	57
244	41	271	45
288	48	283	47
358	60	337	56
369	61	360	60
143	24	202	34

Tabla 55

Cantidad de vagones semanal y diarios necesarios para cubrir los requerimientos de producción del ladrillo Pirámide 15

Vagones por semana (producción + SS)	Vagones por día (producción + SS)	Vagones por semana (solo producción)	Vagones por día (solo producción)
86	14	63	10
64	11	64	11
57	10	59	10
60	10	60	10
65	11	64	11
44	7	49	8
81	13	72	12
79	13	77	13
51	8	58	10
94	16	84	14
96	16	93	16
46	8	59	10

A continuación en la tabla 56, se presenta la cantidad diaria de productos producidos y la cantidad de vagones necesarios para cubrir dicha cantidad para cada uno de los tipos de ladrillo, debido a que el requerimiento por mes va aumentando se hizo el cálculo de un día de cada mes.

Tabla 56

Producción de ladrillos por vagón y por unidad por día al mes

Mes	Hércules I		Blocker II		Pirámide 15		Total de vagones empleados por días	Total de ladrillos producidos por días
	Vagones diarios	Cantidad de ladrillos	Vagones diarios	Cantidad de ladrillos	Vagones diarios	Cantidad de ladrillos		
Enero	5	16596	41	75370	10	9779	56	101745
Febrero	5	18650	48	87837	11	9984	64	116472
Marzo	5	16121	39	72465	10	9204	54	97790
Abril	6	19091	43	79766	10	9329	59	108187
Mayo	7	24145	37	68772	11	9931	55	102848
Junio	5	17158	33	60198	8	7699	46	85054
Julio	7	22503	57	105419	12	11266	76	139188
Agosto	5	18782	45	83440	13	11990	63	114212
Septiembre	5	16611	47	87263	10	9038	62	112912
Octubre	7	24248	56	103891	14	13159	77	141298
Noviembre	6	20927	60	110957	16	14513	82	146397
Diciembre	4	13744	34	62200	10	9159	47	85103

Como se puede observar, para el mes de enero de 2021, se deberá producción un total de 16596 unidades de ladrillos Hércules I por día, esto equivale a llenar 5 vagones con este tipo de producto, de acuerdo a su capacidad para este producto; para los ladrillos de tipo Blocker II se deben producir 75370 unidades que equivalen a 41 vagones al día; para los ladrillos de tipo Pirámide 15 se deberán producir 9779 unidades lo que equivalen a 10 vagones. En total la producción de los tres tipos de ladrillos por día asciende a 101745 lo que equivale a disponer de 56 vagones para la cocción de los ladrillos en el horno. Estos resultados son a partir del consumo semanal de cada uno de los productos, sin tomar en cuenta el stock de seguridad.

Cabe destacar que, en la situación actual de la empresa, diariamente ingresan al horno de cocción la totalidad de 66 vagones por día (24), estos vagones son alimentados con distintos tipos de productos por lo que no se llenan a su máxima capacidad, originando que no se cumple con los requerimientos de producción (tiempo y temperatura) de cada producto. Esta situación trae como consecuencia una alta cantidad de producto defectuoso y el no aprovechamiento de la capacidad de los vagones.

Con la proyección de producción se puede evidenciar que existe una deficiencia de 10 vagones para poder cubrir el déficit de proyectado para la producción diaria del mes de julio, lo que equivale a 15 %. Si se hace una distribución por producto (sin mezclar), de acuerdo al plan, con la actual capacidad instalada se podrá cubrir las ventas diarias proyectadas. Sin embargo, la empresa deberá incorporar paulatinamente más vagones al proceso productivo para poder cumplir con la proyección obtenida.

4.3.2.3. Tercera Propuesta: Plan de Capacitación

Se propone un plan de capacitaciones para el personal operativo que profundice temas importantes para el correcto desarrollo de sus actividades, tales como seguridad, conocimientos básicos de las operaciones y calidad, así como impulsar las habilidades propias del trabajador.

Este plan de capacitación será solamente para el equipo de trabajo del área de producción como se muestra en la tabla 57.

Se tomarán en cuenta lo siguientes puestos de trabajo:

Tabla 57

Número de personas a capacitar

Puesto	Área	Número de Trabajadores
Jefe de Turno	Producción	2
Asistente de gerencia de producción	Producción	1
Electricista	Producción	2
Operador de Cargador frontal	Producción	2
Operario de Línea	Producción	2
Operario de prensa	Producción	2
Alineador de bandejas (húmedo)	Producción	4
Descarga de bandejas (Seco)	Producción	4
Alineador de ladrillos	Producción	4
Operario de pinza	Producción	2
Limpieza	Producción	2
Amarre de ladrillos	Producción	4
Mantenimiento de vagones	Producción	4
Operador de amasadora	Producción	2
Operador de molino	Producción	2
Operador de faja de arcilla	Producción	2
Operador de faja de tierra	Producción	2
Electricista de pinza	Despacho	2
Operador de Montacargas	Despacho	5
Operario	Despacho	7
Hornero	Hornos	3
Auxiliar de hornero	Hornos	4
Encargado de taller Metal Mecánico	Taller Metalmecánico	1
Soldador	Taller Metalmecánico	2
Mecánico de mantenimiento	Taller Metalmecánico	1
Auxiliar de Mantenimiento	Taller Metalmecánico	4
Encargado de moldes	Taller Metalmecánico	1
Auxiliar de mantenimiento de moldes	Taller Metalmecánico	1
Soldador	Taller Metalmecánico	2
Electricista	Taller Metalmecánico	3
Tornero	Taller Metalmecánico	1
Auxiliar mecánico	Taller Metalmecánico	1
Técnico Automotriz	Taller Metalmecánico	1
Total		82

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

- Total de personas a capacitar en el área de Producción: 43 personas
- Total de personas a capacitar en el área de Despacho: 14 personas

- Total de personas a capacitar en el área de Hornos: 7 personas
- Total de personas a capacitar en el área de Taller Metalmecánico: 18 personas

A continuación en la tabla 58, se muestra el porcentaje de participantes por área:

Tabla 58

Personal por capacitar

Área	Porcentaje (%)
Producción	52.4
Despacho	17.1
Hornos	8.5
Taller Metalmecánico	22.0
Total	100.0

Nota. Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

La tabla muestra que el principal número de integrantes por área es el de producción, ya que ocupan el mayor número de puestos en la empresa.

El plan está realizado con el fin de que se cumpla en un ciclo de capacitación de 12 meses. Es un plan que se realiza de forma continua, puesto que todos los meses se darán sesiones de capacitación.

Los cursos incluidos en el plan de capacitación, fueron discutidos con el jefe de producción, de acuerdo a las necesidades de los trabajadores.

Seguidamente, se muestran las fichas descriptivas de cada curso a dictar en el plan de capacitación para los trabajadores.

Estas fichas describen de forma detallada las etapas principales del proceso, señala de igual manera la finalidad del curso, como se llevará a cabo y el modo de evaluación del mismo.

A continuación en las figuras 48, 49, 50, 51, 52, 53 y 54 se muestran las fichas descriptivas.

Figura 48

Ficha descriptiva del curso de Seguridad y Salud en el Trabajo

Nombre del curso			
Seguridad y Salud en el Trabajo			
Dirigido a	Personal de producción, despachos, hornos y talleres		
Justificación	Crear un ambiente laboral saludable y seguro que garantice una política de protección a los trabajadores.		
Objetivo general	Proporcionar conocimientos generales y mejorar la competencia de los trabajadores en la prevención de los riesgos laborales.		
Contenido temático	1. Uso de equipos de protección personal (EPP)		
	2. Significado y uso del código de señales y colores		
	3. Mapa de riesgo		
	4. Primeros Auxilios		
	5. Reporte de incidentes, incidentes peligrosos y accidentes de trabajo		
Metodología de trabajo	Presencial		
Estrategia de evaluación	Evaluación escrita por grupos de trabajo		
Material de apoyo	Pizarra, plumones, proyector, computadora.		
Fuentes de información	Serán proporcionadas por el capacitador		
Duración del curso h	Numero de sesiones	Número de participantes	Se requiere de algún curso como pre-requisito
Grupo 1: 7.5 Grupo 2: 7.5	Grupo 1: 5 Grupo 2: 5	Grupo 1: 41 Grupo 2: 41	Si () No (X)
Especifique:			
Lugar	Aula de la empresa		
Coordinador de capacitación			
Observaciones			
Campo para anotar información complementaria sobre esta capacitación.			
El curso dura 7.5 horas, se realizaran 5 sesiones de 41 personas por grupo.			

Figura 49

Ficha descriptiva del curso de Liderazgo y Motivación Laboral

Nombre del curso			
Liderazgo Y Motivación laboral			
Dirigido a	Personal de producción, despachos, hornos y talleres		
Justificación	Proporcionar herramientas para mejorar el desempeño del trabajador		
Objetivo general	Tener trabajadores motivados y comprometidos, que alcancen objetivos comunes y que se complazcan dando resultados de primera calidad.		
Contenido temático	1. Prevención de estrés Laboral		
	2. Clima laboral		
	3. Dinámicas de grupo		
	4. Toma de decisiones		
	5. Orientación al logro de resultados		
Metodología de trabajo	Presencial		
Estrategia de evaluación	Evaluación escrita por grupos de trabajo		
Material de apoyo	Pizarra, plumones, proyector, computadora, papelería, lapiceros.		
Fuentes de información	Serán proporcionadas por el personal de Recursos Humanos de la empresa		
Duración del curso (h)	Numero de sesiones	Número de participantes	Se requiere de algún curso como pre-requisito
			Si () No (X)
Grupo 1: 2 1/2 Grupo 2: 2 1/2	Grupo 1: 5 Grupo 2: 5	Grupo 1: 41 Grupo 2: 41	Especifique:
Lugar	Aula de la empresa		
Coordinador de capacitación			
Observaciones			
Campo para anotar información complementaria sobre esta capacitación.			
El curso dura 2 horas y media, se realizaran 5 sesiones de 41 personas por grupo.			

Figura 50

Ficha descriptiva del curso de Mantenimiento Industrial

Nombre del curso			
Mantenimiento Industrial			
Dirigido a	Personal de talleres		
Justificación	Proporcionar herramientas para mejorar el desempeño de los equipos.		
Objetivo general	Los trabajadores cuenten con herramientas que les permitan tomar las mejores decisiones, con el fin de preservar la integridad de equipos, máquinas e instalaciones y mejorar su disponibilidad		
Contenido temático	1. Forma de monitoreo de equipos		
	2. Técnicas para predecir una falla		
	3. Mantenimiento preventivo y correctivo		
	4. Técnicas de inspección visual		
	5. Gestión de repuestos		
Metodología de trabajo	Presencial		
Estrategia de evaluación	Evaluación escrita por grupos de trabajo		
Material de apoyo	Pizarra, plumones, proyector, computadora, papelería, lapiceros.		
Fuentes de información	Serán proporcionadas por el capacitador		
Duración del curso (h)	Numero de sesiones	Número de participantes	Se requiere de algún curso como pre-requisito
10	5	18	Si () No (X)
Especifique:			
Lugar	Aula de la empresa		
Coordinador de capacitación			
Observaciones			
Campo para anotar información complementaria sobre esta capacitación.			

Figura 51

Ficha descriptiva del curso de Calidad

Nombre del curso			
Calidad			
Dirigido a	Jefes de turno, asistente de gerencia de producción		
Justificación	Establecer métodos de calidad para garantizar la competitividad de la empresa.		
Objetivo general	Los trabajadores estarán al tanto las técnicas empleadas para controlar los procesos de calidad con el objetivo de garantizar una calidad adecuada de los productos.		
Contenido temático	1. Manejo de materias primas		
	2. Mejora continua		
	3. Manejo de equipos para pruebas de control de calidad y manejo de cartas y gráficos de control estadístico.		
Metodología de trabajo	Presencial		
Estrategia de evaluación	Evaluación escrita individual		
Material de apoyo	Pizarra, plumones, proyector, computadora, papelería, lapiceros, equipos de laboratorio, muestras de materia prima.		
Fuentes de información	Serán proporcionadas por el capacitador		
Duración del curso (h)	Numero de sesiones	Número de participantes	Se requiere de algún curso como pre-requisito
	12	3	3
			Si () No (X)
			Especifique:
Lugar	Aula de la empresa – Laboratorio		
Coordinador de capacitación			
Observaciones			
Campo para anotar información complementaria sobre esta capacitación.			
El módulo de manejo de equipos para pruebas de control de materia prima está dirigido al asistente de gerencia de producción.			

Figura 52

Ficha descriptiva del curso de Electricidad de Soldadura Industrial

Nombre del curso			
Electricidad y Soldadura Industrial			
Dirigido a	Personal de talleres, soldadores y electricistas		
Justificación	Conocer los conceptos y parámetros de la soldadura y electricidad utilizados en procesos industriales		
Objetivo general	Los trabajadores apliquen técnicas en las operaciones de mantenimiento, reparación y soldadura de equipos y sistemas		
Contenido temático	1. Riesgo eléctrico		
	2. Detección de fallas en el arranque de motores eléctricos		
	3. Mantenimiento del sistema eléctrico		
	4. Procesos de soldadura		
	5. Taller práctico de soldadura		
Metodología de trabajo	Presencial		
Estrategia de evaluación	Evaluación escrita individual		
Material de apoyo	Pizarra, plumones, proyector, computadora, papelería, lapiceros, materiales de taller		
Fuentes de información	Serán proporcionadas por el capacitador		
Duración del curso (h)	Numero de sesiones	Número de participantes	Se requiere de algún curso como pre-requisito
			Si () No (X)
10	5	21	Especifique:
Lugar	Aula de la empresa – Taller de mantenimiento		
Coordinador de capacitación			
Observaciones			
Campo para anotar información complementaria sobre esta capacitación.			
Los módulos de riesgo eléctrico, detección de fallas en el arranque de motores eléctricos y mantenimiento de sistemas eléctricos están dirigidos al personal de taller encargado de la electricidad.			
Los módulos de manejo de procesos de soldadura y taller práctico están dirigidos al personal de taller que labora en la soldadura.			

Figura 53

Ficha descriptiva del curso de Instrumentación Industrial

Nombre del curso			
Instrumentación Industrial			
Dirigido a	Personal de horno		
Justificación	Conocer los conceptos y parámetros de los instrumentos utilizados		
Objetivo general	Los trabajadores refuercen y apliquen los conocimientos para el mejoramiento del funcionamiento del horno.		
Contenido temático	1. Manejo de Manómetros de GLP		
	2. Manejo de Vaporizadores		
	3. Manejo de Servocomandos		
	4. Manejo de Transportador TRU		
	5. Manejo de Motores de transmisión mecánica		
Metodología de trabajo	Presencial		
Estrategia de evaluación	Evaluación escrita individual		
Material de apoyo	Pizarra, plumones, proyector, computadora, papelería, lapiceros, materiales de taller y horno		
Fuentes de información	Serán proporcionadas por el capacitador		
Duración del curso (h)	Numero de sesiones	Número de participantes	Se requiere de algún curso como pre-requisito
			Si () No (X)
8	3	7	Especifique:
Lugar	Aula de la empresa – Cabina de control de horno		
Coordinador de capacitación			
Observaciones	Campo para anotar información complementaria sobre esta capacitación.		

Figura 54

Ficha descriptiva del curso de Maquinaria

Nombre del curso			
Maquinaria			
Dirigido a	Personal de producción		
Justificación	Conocer el funcionamiento de la maquinaria		
Objetivo general	Los trabajadores refuercen y apliquen los conocimientos para el buen uso de las máquinas.		
Contenido temático	1. Manejo de Molinos		
	2. Manejo de Mezcladores (amasado)		
	3. Manejo de Dosificador		
	4. Manejo de Prensa		
	5. Manejo de Cortadora		
	6. Manejo de Secadero		
Metodología de trabajo	Presencial		
Estrategia de evaluación	Evaluación escrita individual		
Material de apoyo	Papelería, lapiceros, materiales de taller y planta		
Fuentes de información	Serán proporcionadas por el capacitador		
Duración del curso (h)	Numero de sesiones	Número de participantes	Se requiere de algún curso como pre-requisito
9	6	42	Si () No (X)
Especifique:			
Lugar	Planta de producción		
Coordinador de capacitación			
Observaciones			
Campo para anotar información complementaria sobre esta capacitación.			
Cada uno de los módulos está dirigido al personal de su respectiva estación de trabajo			

Recursos

Humanos:

Este recurso está constituido por dos grupos de personas:

Participantes de la empresa: Jefes, asistentes, operadores, auxiliares, horneros, electricistas y soldadores que conforman las diferentes áreas de la empresa.

Personal capacitador: Los instructores que impartirán las capacitaciones técnicas serán personal externo y en el caso de las capacitaciones de habilidades blandas será dictadas por personal interno del área de Recursos Humanos.

Material:

Infraestructura

Las capacitaciones se realizaron dentro de las instalaciones de la empresa, facilitando así la movilidad y el tiempo de los trabajadores.

Equipos

La empresa brindará todos los recursos necesarios para llevar a cabo de manera correcta todas las sesiones, tales como:

- Pizarra
- Material audiovisual
- Material de escritorio
- Videos
- Materiales propios del área a capacitar

Evaluación de la Capacitación

Como parte del plan de capacitación es necesario evaluar los resultados para estimar el cumplimiento de los objetivos, los cuales son reforzar las capacidades de los trabajadores, aumentar el nivel de motivación y mejorar la productividad. Se debe evaluar la capacitación para medir su efectividad.

La evaluación se llevará a cabo para todos los participantes y será de acuerdo al criterio del capacitador, el cual realizará una prueba teórico – práctica.

Seguimiento del plan de capacitación

Dentro del plan de capacitación, se debe considerar el seguimiento y ejecución de las acciones para comprobar el efecto que ha tenido la capacitación en cuanto al incremento de los objetivos.

El área de Recursos Humanos deberá medir los resultados mediante indicadores.

4.4. Análisis Económico

El análisis económico es un modo de contrastar y calcular los beneficios que se obtienen de los bienes de la empresa. En este capítulo, se mostrarán los costos estimados procedentes de poner en práctica las soluciones propuestas.

4.4.1. Costo de implementación de la propuesta de mejora

Los costos estimados son:

Capacitación

Tabla 59*Presupuesto de la capacitación*

Nombre del curso	Nro. de Horas	Costo por Hora (S/)	Costo Total (S/)
Seguridad y salud en el Trabajo	15	170	2,550
Liderazgo y Motivación Laboral	5	-	-
Mantenimiento Industrial	10	150	1,500
Calidad	12	300	3,600
Electricidad y Soldadura Industrial	10	150	1,500
Instrumentación Industrial	3	170	510
Maquinaria	9	200	1,800
Total	64		11460

En la tabla 59 se observa el costo total por capacitación. No se consideran los costos para el curso de liderazgo y motivación laboral, ya que se trata de una capacitación organizada por el personal de la empresa.

Control Estadístico de Procesos

Para el desarrollo de los gráficos de control se tomará en cuenta el costo de asignar responsables para su diseño y el presupuesto para equipar el laboratorio.

Tabla 60*Presupuesto para la asignación de responsabilidades*

Responsable	% de dedicación	Actividad	Sueldo mensual (S/)	Costo real mensual (S/)
Asistente de Producción	40	Diseño de Gráficos de control	3500	1400
Analista de Calidad I	100	Realización de Pruebas de Calidad Diseño de Gráficos de control	2200	2200
		Total		3600
		Total anual		60688*

Nota. *En este monto se considera 12 sueldos, 2 gratificaciones, CTS, % de EsSalud y 1 sueldo para el personal de reemplazo en el mes de vacaciones.

Como se puede observar en la tabla 60 para la asignación de responsabilidades, se considera necesario incorporar un analista de calidad a tiempo

completo. Además, se le asigna un 40 % al asistente de producción ya que por su nivel de conocimiento puede participar de la implementación.

Tabla 61

Presupuesto para equipos de laboratorio

Ítem	Descripción	Precio (S/)
1	Balanza de Precisión Ranger 3000	1470,00
2	Balanza Portátil - SCOUT - SIX 0,1g	1627,78
3	Balanza electrónica de 400 g. (0,01 g).	686,00
4	Horno de mesa digital para laboratorio de 250 Litros de capacidad	7350,00
5	Tamiz certificado en bronce de 3"	298,00
6	Tamiz certificado en bronce de 2 1/2 "	298,00
7	Tamiz certificado en bronce de 2"	298,00
8	Tamiz certificado en bronce de 1 1/2"	298,00
9	Tamiz certificado en bronce de 1"	298,00
10	Tamiz certificado en bronce de 3/4"	298,00
11	Tamiz certificado en bronce de 1/2"	298,00
12	Tamiz certificado en bronce de 3/8 "	298,00
13	Tamiz certificado en bronce de 1/4"	298,00
14	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro. Malla N°4	313,60
15	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro. Malla N°8	313,60
16	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro. Malla N°10	313,60
17	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro, 2" Altura. Malla N°16	313,60
18	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro, 2" Altura. Malla N°20	313,60
19	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro. Malla N°30	313,60
20	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro. Malla N°40	313,60
21	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro. Malla N°50	313,60
22	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro. Malla N°60	313,60
23	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro. Malla N°80	313,60
24	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro. Malla N°100	313,60
25	Tamiz certificado en bronce de 8" Diámetro. Malla N°200	400,00
26	Fondo para tamiz de 8" diámetro	154,00
27	Tapa para tamiz de 8" diámetro	68,00
28	Dispositivo manual para limite liquido (Cazuela sin contador de golpe)	1545,00
29	Juego para prueba límite de contracción	725,20
30	Marco para gravedad especifica	4606,00
31	Vidrio Poroso	100,00
Total		24863,00

En la tabla 61 se pueden observar los instrumentos necesarios para la toma de muestras.

La sumatoria de los costos mencionados para la implementación de la propuesta seria de S/ 97011,00

4.4.2. Beneficios de implementación de la propuesta

El total de productos defectuosos contabilizados representa el 3 % del total de ventas del año 2020.

Tabla 62

Unidades vendidas de ladrillos con baja calidad

Meses	Hércules I	Blocker II	Pirámide 15	S/ 0,36 Ventas Hércules I (S/)	S/ 0,47 Ventas Blocker II (S/)	S/ 0,86 Ventas Pirámide 15 (S/)
Enero	15036	28650	6353	5473,10	13408,20	5463,15
Febrero	17520	43860	7470	6377,28	20526,48	6424,20
Marzo*	14171	26280	6690	5158,06	12299,04	5753,40
Abril*	13405	37062	6009	4879,49	17345,02	5167,74
Mayo*	13800	28659	7515	5023,20	13412,41	6462,90
Junio	8100	13575	2100	2948,40	6353,10	1806,00
Julio	15900	62490	10110	5787,60	29245,32	8694,60
Agosto	8550	34200	6750	3112,20	16005,60	5805,00
Setiembre	9600	42420	8250	3494,40	19852,56	7095,00
Octubre	26471	59936	11913	9635,37	28049,90	10245,49
Noviembre	28651	64678	13824	10429,04	30269,34	11888,23
Diciembre	11910	22350	6600	4335,24	10459,80	5676,00
Total	183114	464160	93583	66653,39	217226,77	80481,71

Nota. * En estos meses la empresa considero la colocación por compra adelantada en los meses de Enero y Febrero, por lo que, se concretó la entrega en esos meses.

En la tabla 62 se puede observar que las unidades defectuosas se venden al 40 % del precio real, siendo las ventas de S/ 364361,86

Se propone reducir en 60 % el total de unidades defectuosas.

Tabla 63*Unidades recuperadas en el plan de mejora*

Plan de mejora recuperación de unidades de baja calidad							60 %	
Meses	Hércules I	Blocker II	Pirámide 15	S/ 0,91 Hércules I (S/)	S/ 1,17 Blocker II (S/)	S/ 2,15 Pirámide 15 (S/)	Total venta S/	Cantidad recuperada
Enero	9022	17190	3812	8209,66	20112,30	8194,73	36516,68	30023
Febrero	10512	26316	4482	9565,92	30789,72	9636,30	49991,94	41310
Marzo*	8502	15768	4014	7737,09	18448,56	8630,10	34815,75	28284
Abril*	8043	22237	3605	7319,24	26017,52	7751,61	41088,37	33886
Mayo*	8280	17195	4509	7534,80	20118,62	9694,35	37347,77	29984
Junio	4860	8145	1260	4422,60	9529,65	2709,00	16661,25	14265
Julio	9540	37494	6066	8681,40	43867,98	13041,90	65591,28	53100
Agosto	5130	20520	4050	4668,30	24008,40	8707,50	37384,20	29700
Setiembre	5760	25452	4950	5241,60	29778,84	10642,50	45662,94	36162
Octubre	15882	35961	7148	14453,06	42074,85	15368,23	71896,14	58992
Noviembre	17191	38807	8294	15643,56	45404,01	17832,34	78879,91	64292
Diciembre	7146	13410	3960	6502,86	15689,70	8514,00	30706,56	24516
Total	109868	278496	56150	99980,08	325840,15	120722,56	546542,79	444514

Nota. Se utiliza el precio real para las unidades recuperadas. * En estos meses la empresa considero la colocación por compra adelantada en los meses de Enero y Febrero, por lo que, se concretó la entrega en esos meses.

Se puede observar en la tabla 63 que con la reducción al 60 % de los productos de baja calidad, el total de ventas de estas unidades al ser vendidas al precio real es de S/ 546542,79.

En la tabla 62, se muestra que el total de ventas era S/ 364361,86, por lo que se refleja una diferencia en la ganancia de S/ 182180,93.

Además de generarse una ganancia monetaria, la reducción de productos defectuosos permite que haya una menor cantidad de devoluciones y una mejor imagen de la marca, al ofrecer productos de calidad.

4.4.3. Evaluación de la propuesta

4.4.3.1. Flujo de caja

Para realizar el análisis económico se determinarán los ingresos y los egresos del proyecto con el fin de determinar la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Es importante mencionar que se está trabajando con datos estimados debido a la reserva de información de la empresa respecto a sus finanzas.

Se calcularon los ingresos mensuales tomando en cuenta la información de ventas.

A continuación, se muestra en la tabla 64 el flujo de caja actual de la empresa, donde se pueden observar las salidas y entradas de dinero en el periodo del año 2020, con el fin de conocer la liquidez de la empresa.

En la tabla 65, se muestra el flujo de caja que se obtendría luego de realizar la propuesta de mejora.

Tabla 64*Flujo de caja del año 2020*

Mes	0	1	2	3	4	5	6
Ingreso		S/1992187,82	S/2727338,06	S/1899392,75	S/2241599,03	S/2037528,23	S/908963,75
Egreso							
Hércules I	0,65	S/325780,00	S/379600,00	S/307027,50	S/290446,00	S/299000,00	S/175500,00
Blocker II	0,85	S/811750,00	S/1242700,00	S/744600,00	S/1050090,00	S/812005,00	S/384625,00
Pirámide 15	1,7	S/359975,00	S/423300,00	S/379100,00	S/340510,00	S/425850,00	S/119000,00
Flujo Neto		S/494682,82	S/681738,06	S/468665,25	S/560553,03	S/500673,23	S/229838,75

Mes	7	8	9	10	11	12
Ingreso	S/3578368,72	S/2039515,80	S/2491167,06	S/3922333,78	S/4303337,21	S/1675213,44
Egreso						
Hércules I	S/344500,00	S/185250,00	S/208000,00	S/573534,00	S/620776,00	S/258050,00
Blocker II	S/1770550,00	S/969000,00	S/1201900,00	S/1698177,60	S/1832545,60	S/633250,00
Pirámide 15	S/572900,00	S/382500,00	S/467500,00	S/675090,40	S/783332,80	S/374000,00
Flujo Neto	S/890418,72	S/502765,80	S/613767,06	S/975531,78	S/1066682,81	S/409913,44

Tabla 65*Flujo de caja con propuesta de mejora*

Mes	0	1	2	3	4	5	6
Ingreso		S/36516,68	S/49991,94	S/34815,75	S/41088,37	S/37347,77	S/16661,25
Egreso							
Hércules I	0,65	S/5864,04	S/6832,80	S/5526,50	S/5228,03	S/5382,00	S/3159,00
Blocker II	0,85	S/14611,50	S/22368,60	S/13402,80	S/18901,62	S/14616,09	S/6923,25
Pirámide 15	1,7	S/6479,55	S/7619,40	S/6823,80	S/6129,18	S/7665,30	S/2142,00
		S/9561,59	S/13171,14	S/9062,66	S/10829,55	S/9684,38	S/4437,00
Inversión P.M.	S/97011,00						
Flujo Neto	-S/97011,00	S/9561,59	S/13171,14	S/9062,66	S/10829,55	S/9684,38	S/4437,00
		-S/87449,41	-S/74278,27	-S/65215,61	-S/54386,07	-S/44701,69	-S/40264,69

Mes	7	8	9	10	11	12
Ingreso	S/65591,28	S/37384,20	S/45662,94	S/71896,14	S/78879,91	S/30706,56
Egreso						
Hércules I	S/6201,00	S/3334,50	S/3744,00	S/10323,61	S/11173,97	S/4644,90
Blocker II	S/31869,90	S/17442,00	S/21634,20	S/30567,20	S/32985,82	S/11398,50
Pirámide 15	S/10312,20	S/6885,00	S/8415,00	S/12151,63	S/8294,11	S/6732,00
	S/17208,18	S/9722,70	S/11869,74	S/18853,70	S/26426,01	S/7931,16
Inversión P.M.						
Flujo Neto	S/17208,18	S/9722,70	S/11869,74	S/18853,70	S/26426,01	S/7931,16
	-S/23056,51	-S/13333,81	-S/1464,07	S/17389,63	S/43815,64	S/51746,80

COK	0,8 %
TIR	7 %
VAN	S/ 43256,70

El plan de mejora se mide en 12 meses por política de la empresa.

Se calcularon los ingresos mensuales a partir de las unidades recuperadas que se venderían mensualmente durante un año.

De los resultados obtenidos, se puede decir que la propuesta es factible, debido a que el Valor Neto Actual es mayor a cero, lo que generaría una ganancia adicional. Se puede evidenciar que la cifra corresponde a una cantidad de S/ 43256,70, que es lo que se ganará luego de realizar el proyecto.

El directorio de la empresa da un respaldo financiero para propuestas de mejora a una tasa de 10 % anual. Por lo que se usa un Costo de Oportunidad de Capital de 0,8 % mensual.

La Tasa Interna de Retorno es de 7 % mensual, lo cual señala que el proyecto será aceptado mientras el inversionista tenga un valor de Tasa mínima atractiva de retorno menor al TIR.

Se puede observar que para el periodo 10 se empieza a generar la ganancia.

CAPÍTULO VIII: DISCUSIÓN

De acuerdo al diagnóstico, se concluye que existen una serie de causas que ocasionan el problema principal detectado, el cual es el exceso de productos defectuosos, algunas de estas son de mayor relevancia que otras por lo que se priorizaron para darles soluciones.

A partir de las soluciones propuestas se obtiene que:

Con la aplicación de las cartas y gráficos de control en los puntos críticos del proceso, se demuestra que la humedad presente en la arcilla varía según el clima, por lo que es necesario realizar pruebas constantes en la materia prima y el producto terminado, para así adaptar la fórmula cuando se requiera. Asimismo, el uso de esta herramienta permitirá un mayor control de las variables del proceso de fabricación y por ende se reducirá la cantidad de productos defectuosos.

Con el diseño del plan de producción se pretende estandarizar la línea de cocción del horno, evitando que se mezclen diferentes tipos de ladrillos en un mismo vagón. Además, se toma en cuenta el stock de seguridad con el que debe contar la empresa para cumplir los requerimientos de venta a tiempo.

Se diseñó un plan de capacitación anual para los trabajadores de producción, conforme las necesidades detectadas. Se consideró importante suministrar conocimientos, orientar y profundizar habilidades para que el personal se mantenga actualizado y así se logren los objetivos empresariales.

CONCLUSIONES

Se logró realizar un análisis del proceso de fabricación de ladrillos en la empresa Ladrillera Maxx con la finalidad de evaluar la situación actual y así obtener los datos para el diseño de la propuesta.

Se logró elaborar una propuesta de mejora y un plan de acción en el proceso de fabricación de ladrillos de la empresa Ladrillera Maxx a través de la aplicación del Control Estadístico de Procesos, proyecciones de producción y un cronograma de capacitación.

Se logró definir los mecanismos e indicadores de control y seguimiento, ya que en caso de observarse variaciones en el proceso se podrán realizar las correcciones correspondientes con el fin de mejorar el proceso de fabricación de ladrillos de la empresa Ladrillera Maxx.

Se logró realizar el análisis económico de la propuesta a través de indicadores de rentabilidad y la obtención de beneficios por medio de la recuperación de productos defectuosos que se obtienen en el proceso de fabricación de ladrillos de la empresa Ladrillera Maxx.

RECOMENDACIONES

Se recomienda tomar en cuenta la producción de stock de seguridad para hacer frente a los imprevistos que se puedan presentar y así evitar una rotura de stock, lo que no solo ocasionaría el malestar del cliente sino también una mala imagen de la empresa.

Para lograr la mejora continua, se recomienda realizar el control de todas las variables del proceso para obtener resultados más precisos, ya que al disminuir su variabilidad reduces los productos defectuosos y el retrabajo.

Se recomienda la implementación de las herramientas utilizadas en la presente tesis para que después de un periodo aproximado de un año, se lleve a cabo un análisis de los resultados previstos y de esta manera corroborar si efectivamente son útiles. Se recomienda evaluar anualmente las necesidades de los trabajadores para medir su desempeño y así fortalecer sus conocimientos. Además de intensificar sus habilidades y motivación a través de la capacitación.

En el capítulo 5 se expuso un análisis económico general de las propuestas de mejora. Sin embargo, los datos utilizados son valores estimados por la jefatura del área de producción. Con el propósito de llevar a cabo el proyecto se recomienda efectuar una evaluación más rigurosa para tener datos más exactos de la rentabilidad de las propuestas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asaka, T., & Ozeki, K. (1992). Manual de herramientas de calidad: el enfoque japonés. Madrid: Tecnología de Gerencia y Producción.
- Barranzuela Lescano, J. (2014). Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura. Piura, Lima: Universidad de Piura.
- Besterfield, D. (2009). Control de calidad. México: Prentice-Hall.
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. T. (2010). *Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas*. Lima: Universidad de Lima, Fondo Editorial.
- Chiavenato, I. (2007). *Administración de recursos humanos: El capital humano de las organizaciones* (Octava ed.). México: McGraw-Hill.
- Del Carpio Lima, M. N. (2016). Propuesta de Mejora en el Área de Producción para incrementar las ventas de Ladrillos de la Ladrillera Continental SAC-Arequipa. Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa María.
- Deming, E. (1989). Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis. Ediciones Díaz de Santos.
- Dessler, G. (2006). *Administración de Recursos Humanos* (Quinta ed.). México: Prentice-Hall.
- Feigenbaum, A. (2007). Control total de la calidad. México: Editorial Continental.
- Guajardo, E. (1996). *Administración de la Calidad Total: Conceptos y enseñanzas de los grandes maestros de la calidad* (Segunda edición ed.). México: Editorial Pax México.
- Gutiérrez Pulido, H., & De La Vara Salazar, R. (2004). Control estadístico de la calidad y seis sigma. *Segunda Edición*. México: Editorial Me Graw-Hill.
- Hernández Garza, M. (11 de Agosto de 2009). *Sistemas de Optimización y Estadística*. <https://optyestadistica.wordpress.com/2009/08/11/ejemplo-grafico-de-control-estandarizado-alternativa-al-grafico-de-control-p-de-fraccion-defectuosa-tamano-de-muestra-variable-o-constante/#more-1318>
- Ishikawa, K. (1989). Introducción al control de Calidad. Madrid: Díaz de Santos.

- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor* (Octava ed.). México D.F.: Editorial Pearson Educación.
- Krajewsky, L. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis* (Quinta ed.). México D. F.: Editorial Pearson Educación.
- Merino Espinoza, L. (2017). *Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de producción de una empresa ladrillera, Carabayllo*. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Mete, M. R. (marzo de 2014). Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et Ratio*.
- Montgomery, D. (2005). *Control estadístico de la calidad. Tercera edición*. México: Limusa.
- Montgomery, D., & Runger, G. (2007). *Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería*. México: Editorial McGraw Hill.
- NTP 331.017. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. (11 de diciembre de 2015). *Instituto Nacional de Calidad*.
- Pablos Teijeiro, J. M., & Biedma Ferrer, J. M. (2013). La evaluación del rendimiento individual. Un instrumento válido para lograr la eficiencia en la gestión de Recursos Humanos en las Administraciones Públicas. *Gestión y Análisis de Políticas Públicas*(10), 1-18. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2815/281530486001.pdf>
- Prat Bartés, A., Tort-Martorell Llabrés, X., Grima Cintas, P., & Pozueta Fernández, L. (2000). *Métodos estadísticos. Control y Mejora de la Calidad. Primera Edición*. México: Editorial Alfaomega.
- Quintero Perea, J., & González Pabón, J. (2013). *Propuesta de un modelo de gestión por procesos para mejorar la productividad el área de producción de la empresa ladrillera La Ximena*. Santiago de Cali: Universidad San Buenaventura.
- Singh, S. (1997). *Control de calidad total. Claves, metodologías y administración para el éxito* (Primera edición ed.). México: McGraw-Hill.

Solé Madrigal, R. (2011). Técnicas de evaluación de flujos de inversión: Mitos de Realidades. *Ciencias Económicas*, 19.

Solís García, D. M. (30 de Abril de 2014). *Evaluación del proceso productivo de la planta industrial Ladrillera Terraforte, ubicada en el sector de Calacalí en el periodo 2012-2013*. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.

Vega Mohalem, A., & Díaz Cortes, Y. (2014). Aprovechamiento de los gases generados por el horno Hoffman para mejorar la zona de secado en la ladrillera Ocaña. Ocaña, Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

ANEXOS

Anexo 1. Producción anual de los tipos de ladrillos

Tabla A.1

Producción de los Tipos de ladrillo en el año 2019

Productos	Total (Unidad)
Blocker II	12691976
Hércules I	5789,680
Pirámide 15	2787005
Infes	447374
Oso Corriente	411482
Pirámide 12	274228
Pandereta	108464
Pirámide 20	103472
Hércules Macizo C10.5	102776
Oso Chico	82624
Hércules Macizo C9	44840
King Kong 09x23x13	42464
Tabique 8	23924
Pastelero	0
Blocker III	0
Pirámide 25	0

Nota: Adaptado de los datos suministrados por la empresa Ladrillera Maxx S.A.C.

Anexo 2. Formato de incidencia de ladrillo defectuoso

LADRILLOS			
			
FORMATO DE INCIDENCIA DE LADRILLO DEFECTUOSO			
Oficina:	<input type="text" value="ILO"/>	Fecha:	<input type="text" value="15/07/19"/>
Tipo de Canal:	<input type="text" value="INSTITUCION"/>		
Nro. Fac o Bol	<input type="text" value="F002-2545"/>	Cliente:	<input type="text" value="UNIDAD EJEC SUB REGION ILO"/>
Dirección obra:	<input type="text" value="LUIS E VALCARCELS/N PAMPA OINALAMBRICA ILO MOQUEGUA"/>		
Cantidad de material del reclamo:	<input type="text" value="3000 UND HERCULES 1"/>		
Detalle:	<p>PARA INFORMAR QUE LOS ULTIMOS DOS TRAYLER QUE LLEGARON A LA CIUDAD DE ILO, OBSERVARON SUS MEDIDAS SOBRE TODO EL ANCHO QUE DEBE SER 14 CM PERO LLEGARON DE 14.03 , 14.05, 14.08 LO CUAL ARQ. RESIDENTE DE OBRA RECLAMA Y POR ELLO SOLICITO QUE EL AREA ENCARGADA DE CONTROL DE CALIDAD NOS DIGA CUANTO DE TOLERANCIA TENEMOS SEGUN NORMA PARA HABLAR CON EL ARQ.</p>		
<p>Supervisor Comercial, primero en tomar acción y constituirse para verificación en obra. Emite reporte y envía notificación a Despachos con copia a Ventas y Planta.</p>			
Informe del Supervisor	<p>Reporte de Verificación: ME CONSTITUI EN LA OBRA Y TOME LAS FOTOS RESPECTIVAS REFERENTE AL RECLAMO Y SE VERIFICO QUE EFECTIVAMENTE EL MATERIAL NO TIENE LA MEDIDA EXACTA DE 14 CM DE ANCHO , POR ELLO SOLICITO LA VERIFICACION DE LOS LOTES PRODUCIDOS</p>		

LADRILLOS

maxx**FORMATO DE INCIDENCIA DE LADRILLO DEFECTUOSO**Oficina: Fecha: Tipo de Canal: Nro. Fac o Bol Cliente: Dirección obra: Cantidad de material del reclamo:

Detalle: EL DISTRIBUIDOR FERRETERIA PROYECTOS EIRL SE ACERCO A LA OFICINA Y ME HIZO EL RECLAMO QUE UNO DE SUS CLIENTES LE COMPRO 1050 PIRAMIDE 15 Y QUE LE OBSERVO QUE EL LADRILLO ESTA LLEGANDO CHUECOS CON MAL CORTE Y EN ALGUNOS CASOS MAS CHICOS QUE OTROS Y LE DEVOLVIERON EL MATERIAL INDICA EL DISTRIBUIDOR QUE SU CLIENTE ADUCE QUE EL LADRILLO QUE LE ESTA VENDIENDO NO ES LADRILLOS MAXX QUE EL PIDIO .

Supervisor Comercial, primero en tomar acción y constituirse para verificación en obra.
Emite reporte y envía notificación a Despachos con copia a Ventas y Planta.

Informe del Supervisor **Reporte de Verificación:**
ME CONSTITUI EN EL ALMACEN Y VERIFIQUE QUE EFECTIVAMENTE TIENE RAZON TOME LAS FOTOS RESPECTIVAS Y EFECTIVAMENTE ESTA MAL EL CORTE DEL LADRILLO POR ELLO SOLICITO SE VEA EL PROBLEMA YA QUE EL DISTRIBUIDOR QUIERE QUE LE CAMBIEN EL MATERIAL 1990 UND P15QUE LE DEJAMOS CON TRAYLER

LADRILLOS

maxx**FORMATO DE INCIDENCIA DE LADRILLO DEFECTUOSO**Oficina: Fecha: Tipo de Canal: Nro. Fac o Bol Cliente: Dirección obra: Cantidad de material del reclamo:

Detalle:

Supervisor Comercial, primero en tomar acción y constituirse para verificación en obra.
 Emite reporte y envía notificación a Despachos con copia a Ventas y Planta.

Informe del Supervisor

Anexo 3. Cuestionario para evaluar el rendimiento laboral

Dirigido al personal que labora en el proceso de fabricación de ladrillos en la empresa ladrillera MAXX S.A.C., de la ciudad de Tacna, con el propósito de conocer su rendimiento en las labores que desempeñan.

Encuesta sobre rendimiento laboral						
#	Ítems	N	CN	AV	CS	S
Dimensión 1: Rendimiento en las tareas						
01	Fui capaz de hacer bien mi trabajo porque le dediqué el tiempo y el esfuerzo necesarios.					
02	Se me ocurrieron soluciones creativas frente a los nuevos problemas.					
03	Cuando pude, realicé tareas laborales desafiantes.					
04	Cuando terminé con el trabajo asignado, comencé nuevas tareas sin que me lo pidieran.					
05	En mi trabajo, tuve en mente los resultados que debía lograr.					
06	Trabajo para mantener mis conocimientos laborales actualizados.					
07	Sigo buscando nuevos desafíos en mi trabajo.					
#	Ítems	N	CN	AV	CS	S
Dimensión 2: Rendimiento en el contexto						
08	Planifico mi trabajo de manera tal que puedo hacerlo en tiempo y forma.					
09	Trabajo para mantener mis habilidades laborales actualizadas.					
10	Participó activamente de las reuniones laborales.					
11	Mi planificación laboral fue óptima.					
Dimensión 3: Comportamientos laborales contraproducentes						
12	Me quejo de asuntos sin importancia en el trabajo.					
13	Comento aspectos negativos de mi trabajo con mis compañeros.					
14	Aumento los problemas que se presentan en el trabajo.					
15	Me concentro en los aspectos negativos del trabajo, en lugar de enfocarme en las cosas positivas.					
16	Comento aspectos negativos de mi trabajo con gente que no pertenece a la empresa.					

Anexo 4. Parámetros de Calidad Críticos

Tabla A.2
Parámetros de Calidad Críticos del proceso de fabricación de ladrillos

Operación	Necesidad	Característica (Parámetro)	Unidad de Medición	Meta	Límites
Recepción	Insumos dentro de los parámetros	Humedad	Porcentaje	3 %	$2 \leq x \leq 3$
Almacenado*	-	-	-	-	-
Homogenización	Sin filtración de partículas de mayor tamaño	Diámetro	Milímetros	0,0039 mm	<0,0039 mm
Amasado I	Preparar la mezcla	Humedad	Porcentaje	10 %	$7 \leq x \leq 10$
Dosificación	Sin filtración de terrones de arcilla	Diámetro	Milímetros	0,0039 mm	<0,0039 mm
Amasado II	Mezcla sin exceso de agua	Humedad	Porcentaje	16 %	$14 \leq x \leq 16$
Prensado/ Moldeado	Masa sin aire (compacta)	Dureza	kg/cm ²	18	- 17- 20
		Temperatura	°C	40	- ≥ 40
Cortado	Corte de tamaño adecuado	Longitud	Centímetros	- Hasta 6 cm, incluido - De 7 cm a 10 cm, incluido - De 11 cm a 14 cm, incluido - De 15 cm a 24 cm, incluido - De 25 cm a 40 cm, incluido	- ± 2 cm - ± 3 cm - ± 5 cm - ± 6 cm - ± 8 cm
Apilado*	-	-	-	-	-
Secado	Ladrillos sin exceso de humedad	Humedad	Porcentaje	3 %	- ≤ 3
Trasladar / armar*	-	-	-	-	-
Horneado	Producto con la resistencia adecuada	Resistencia	Kg/cm ²	- Tipo 1: 50 - Tipo 2: 70 - Tipo 3: 95 - Tipo 4: 130 - Tipo 5: 180	- $50 \leq x \leq 69$ - $70 \leq x \leq 94$ - $95 \leq x \leq 129$ - $130 \leq x \leq 179$ - ≥ 180
Paletizar*	-	-	-	-	-
Despachado	Producto que cumpla con estándares de calidad	Porcentaje de vacíos	Porcentaje	- Ladrillo macizo: 25 % - Ladrillo perforado: 75 %	- ≤ 30 - ± 5 %

Nota: * Estas operaciones serán omitidas por ser atributos.

Anexo 5. Muestras

Tabla A.3

Muestreo de la Variable Humedad – Materia Prima

Fecha	Turno	Hora	Humedad (%)
01/08/2020	1er	10:30	4,82
03/08/2020	1er	10:27	4,59
04/08/2020	1er	10:35	4,63
05/08/2020	1er	10:15	4,50
06/08/2020	1er	10:28	4,78
07/08/2020	1er	10:30	4,94
08/08/2020	1er	10:24	4,99
10/08/2020	1er	10:45	3,81
11/08/2020	1er	10:40	3,77
12/08/2020	1er	10:10	3,62
13/08/2020	1er	10:17	3,01
14/08/2020	1er	10:52	3,25
15/08/2020	1er	10:22	3,00
17/08/2020	1er	10:50	2,91
18/08/2020	1er	10:31	2,95
19/08/2020	1er	10:12	3,15
20/08/2020	1er	10:26	3,48
21/08/2020	1er	10:27	2,99
22/08/2020	1er	10:33	3,57
24/08/2020	1er	10:49	3,22
25/08/2020	1er	10:29	2,90
26/08/2020	1er	10:41	3,06
27/08/2020	1er	10:23	3,54
29/08/2020	1er	10:15	2,97
31/08/2020	1er	10:17	2,81
01/09/2020	1er	10:38	2,94
02/09/2020	1er	10:43	2,98
03/09/2020	1er	10:46	2,82
04/09/2020	1er	10:31	2,79
05/09/2020	1er	10:55	2,92

Tabla A.4*Muestreo de la Variable Humedad – Amasado II*

Fecha	Turno	Hora	Humedad (%)
01/08/2020	1er	10:35	18,10
03/08/2020	1er	10:33	17,25
04/08/2020	1er	10:41	16,98
05/08/2020	1er	10:20	15,79
06/08/2020	1er	10:33	16,86
07/08/2020	1er	10:36	17,77
08/08/2020	1er	10:29	16,54
10/08/2020	1er	10:52	17,31
11/08/2020	1er	10:46	16,00
12/08/2020	1er	10:18	16,88
13/08/2020	1er	10:23	14,64
14/08/2020	1er	10:57	14,21
15/08/2020	1er	10:28	14,08
17/08/2020	1er	10:55	13,96
18/08/2020	1er	10:36	13,85
19/08/2020	1er	10:18	12,76
20/08/2020	1er	10:32	12,44
21/08/2020	1er	10:33	12,62
22/08/2020	1er	10:39	12,39
24/08/2020	1er	10:57	13,57
25/08/2020	1er	10:35	10,00
26/08/2020	1er	10:47	11,18
27/08/2020	1er	10:28	12,24
29/08/2020	1er	10:23	12,85
31/08/2020	1er	10:22	10,92
01/09/2020	1er	10:44	11,04
02/09/2020	1er	10:48	11,66
03/09/2020	1er	10:52	13,42
04/09/2020	1er	10:37	11,33
05/09/2020	1er	11:01	10,50

Tabla A.5*Muestreo de la Variable Dureza – Prensado*

Fecha	Turno	Hora	Dureza (Kg/cm²)
01/08/2020	1er	12:30	23,1
03/08/2020	1er	12:27	20,8
04/08/2020	1er	12:38	22,9
05/08/2020	1er	12:28	20,1
06/08/2020	1er	12:30	19,5
07/08/2020	1er	12:25	21,2
08/08/2020	1er	12:29	20,6
10/08/2020	1er	12:31	23,3
11/08/2020	1er	12:32	22,4
12/08/2020	1er	12:28	19,1
13/08/2020	1er	12:33	19,8
14/08/2020	1er	12:26	23,7
15/08/2020	1er	12:31	20,0
17/08/2020	1er	12:35	18,5
18/08/2020	1er	12:30	21,3
19/08/2020	1er	12:22	23,8
20/08/2020	1er	12:27	20,4
21/08/2020	1er	12:36	22,6
22/08/2020	1er	12:30	19,2
24/08/2020	1er	12:32	23,0
25/08/2020	1er	12:28	18,9
26/08/2020	1er	12:25	21,5
27/08/2020	1er	12:33	19,1
29/08/2020	1er	12:27	23,9
31/08/2020	1er	12:26	20,2
01/09/2020	1er	12:24	22,7
02/09/2020	1er	12:35	20,3
03/09/2020	1er	12:36	21,4
04/09/2020	1er	12:29	18,6
05/09/2020	1er	12:28	19,1

Tabla A.6*Muestreo de la Variable Temperatura – Prensado*

Fecha	Turno	Hora	Temperatura (°C)
01/08/2020	1er	12:30	45,1
03/08/2020	1er	12:27	43,0
04/08/2020	1er	12:38	45,3
05/08/2020	1er	12:28	44,0
06/08/2020	1er	12:30	43,2
07/08/2020	1er	12:25	44,5
08/08/2020	1er	12:29	43,5
10/08/2020	1er	12:31	41,7
11/08/2020	1er	12:32	42,0
12/08/2020	1er	12:28	44,9
13/08/2020	1er	12:33	40,8
14/08/2020	1er	12:26	43,6
15/08/2020	1er	12:31	41,4
17/08/2020	1er	12:35	43,3
18/08/2020	1er	12:30	44,6
19/08/2020	1er	12:22	42,2
20/08/2020	1er	12:27	45,7
21/08/2020	1er	12:36	45,1
22/08/2020	1er	12:30	43,0
24/08/2020	1er	12:32	41,5
25/08/2020	1er	12:28	43,8
26/08/2020	1er	12:25	44,7
27/08/2020	1er	12:33	42,1
29/08/2020	1er	12:27	45,0
31/08/2020	1er	12:26	41,6
01/09/2020	1er	12:24	42,9
02/09/2020	1er	12:35	45,5
03/09/2020	1er	12:36	43,4
04/09/2020	1er	12:29	43,8
05/09/2020	1er	12:28	42,7

Tabla A.7*Muestreo de la Variable Humedad – Secado*

Fecha	Turno	Hora	Humedad (%)
01/08/2020	2do	15:00	8,02
03/08/2020	2do	15:17	6,99
04/08/2020	2do	15:33	7,14
05/08/2020	2do	14:58	6,83
06/08/2020	2do	15:10	6,06
07/08/2020	2do	15:05	4,14
08/08/2020	2do	15:14	5,29
10/08/2020	2do	15:21	5,96
11/08/2020	2do	14:52	4,83
12/08/2020	2do	15:11	3,69
13/08/2020	2do	15:08	3,17
14/08/2020	2do	14:50	3,00
15/08/2020	2do	14:48	3,21
17/08/2020	2do	15:07	3,32
18/08/2020	2do	15:22	2,98
19/08/2020	2do	15:14	3,69
20/08/2020	2do	15:27	3,17
21/08/2020	2do	14:57	2,98
22/08/2020	2do	14:50	3,74
24/08/2020	2do	15:02	3,10
25/08/2020	2do	15:00	2,93
26/08/2020	2do	14:59	2,71
27/08/2020	2do	15:13	2,90
29/08/2020	2do	15:07	3,01
31/08/2020	2do	15:12	2,96
01/09/2020	2do	15:05	2,88
02/09/2020	2do	15:02	2,75
03/09/2020	2do	14:46	2,95
04/09/2020	2do	14:54	3,04
05/09/2020	2do	15:18	2,79

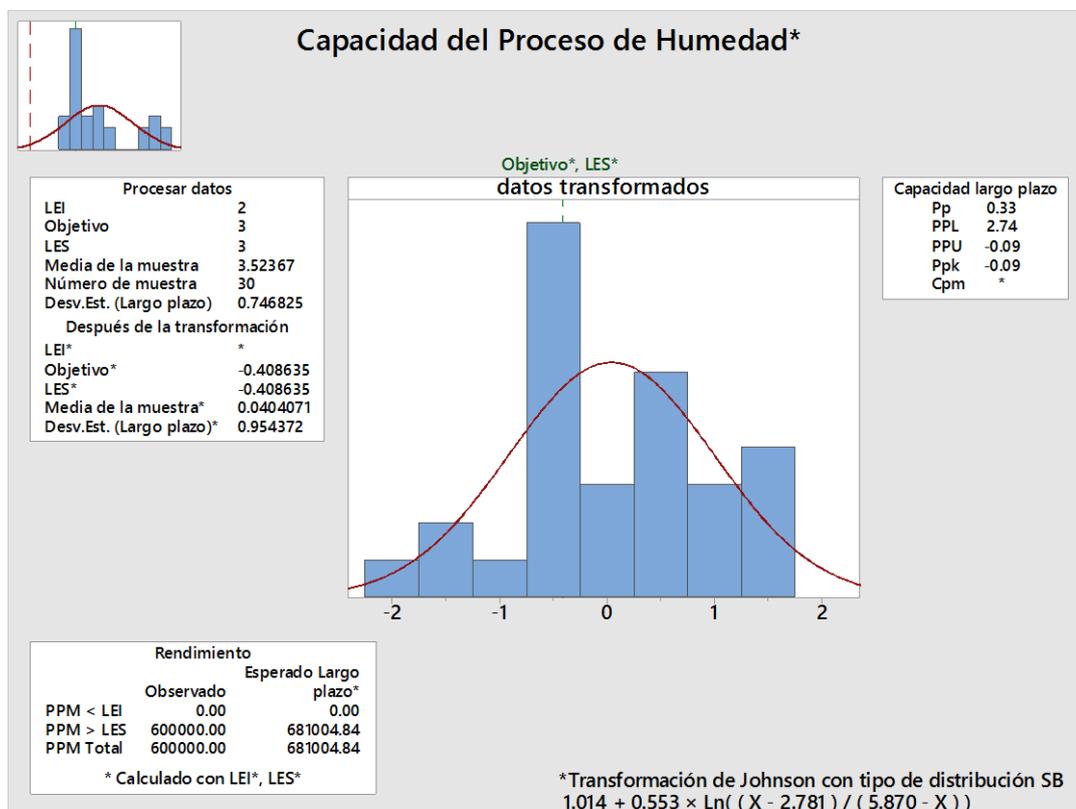
Tabla A.8*Muestreo de la Resistencia – Producto Terminado (Hércules I)*

Fecha	Resistencia (Kg/cm²)
01/07/2020	152,16
09/07/2020	160,99
14/07/2020	174,11
20/07/2020	172,40
24/07/2020	178,28
01/08/2020	155,94
07/08/2020	159,87
11/08/2020	154,55
21/08/2020	162,10
25/08/2020	154,70
12/09/2020	157,83
15/09/2020	153,35
21/09/2020	152,98
28/09/2020	163,29

Anexo 6. Capacidad del Proceso

Figura A.1

Capacidad del Proceso para la variable humedad en la materia prima

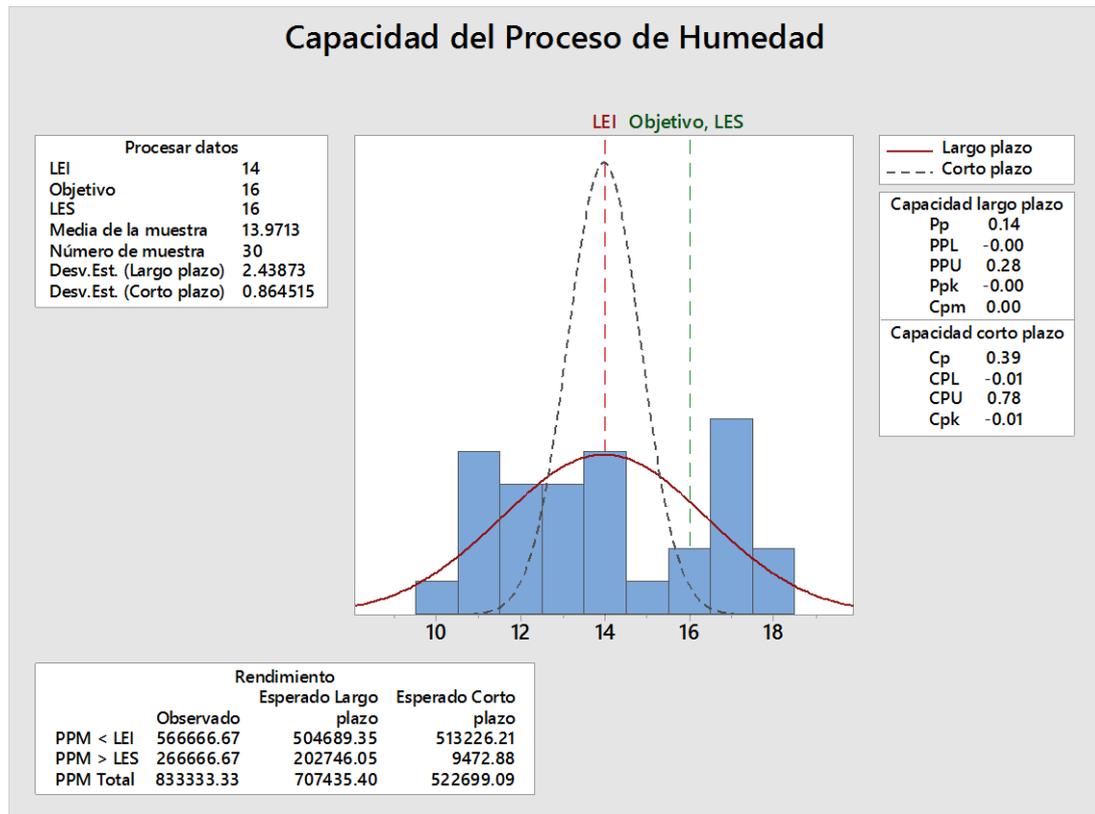


Nota. Elaboración con Minitab. El software no permite calcular el Cp y el Cpk debido a la transformación de Johnson.

Se observa que el desempeño potencial del proceso (Pp) tiene un valor de 0,33, y el desempeño del proceso real (Ppk) de -0,09, ambos valores indican que el proceso de la variable humedad es incapaz.

Figura A.2

Capacidad del Proceso para la variable humedad en el proceso de Amasado II

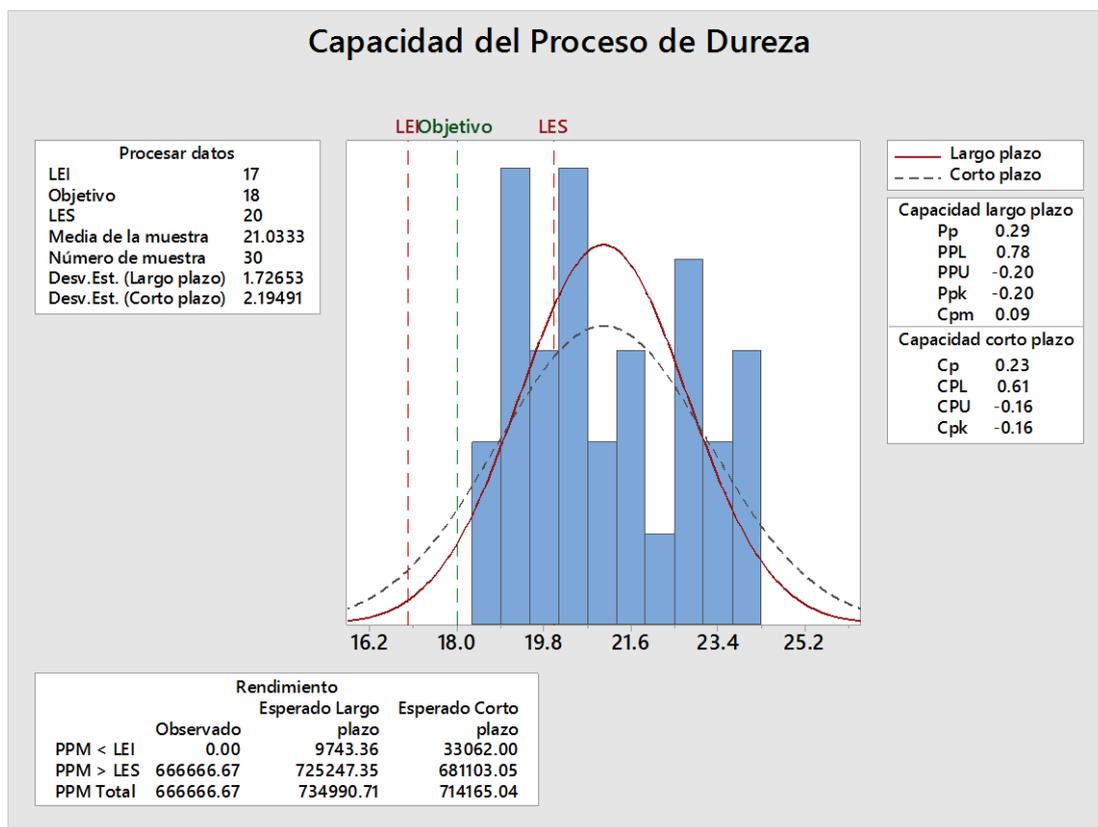


Nota. Elaboración con Minitab

Se observa que la capacidad potencial del proceso (C_p) tiene un valor de 0,39, y la capacidad del proceso real (C_{pk}) de -0,01, ambos valores indican que el proceso de la variable humedad es incapaz.

Figura A.3

Capacidad del Proceso para la variable dureza en el proceso de Prensado

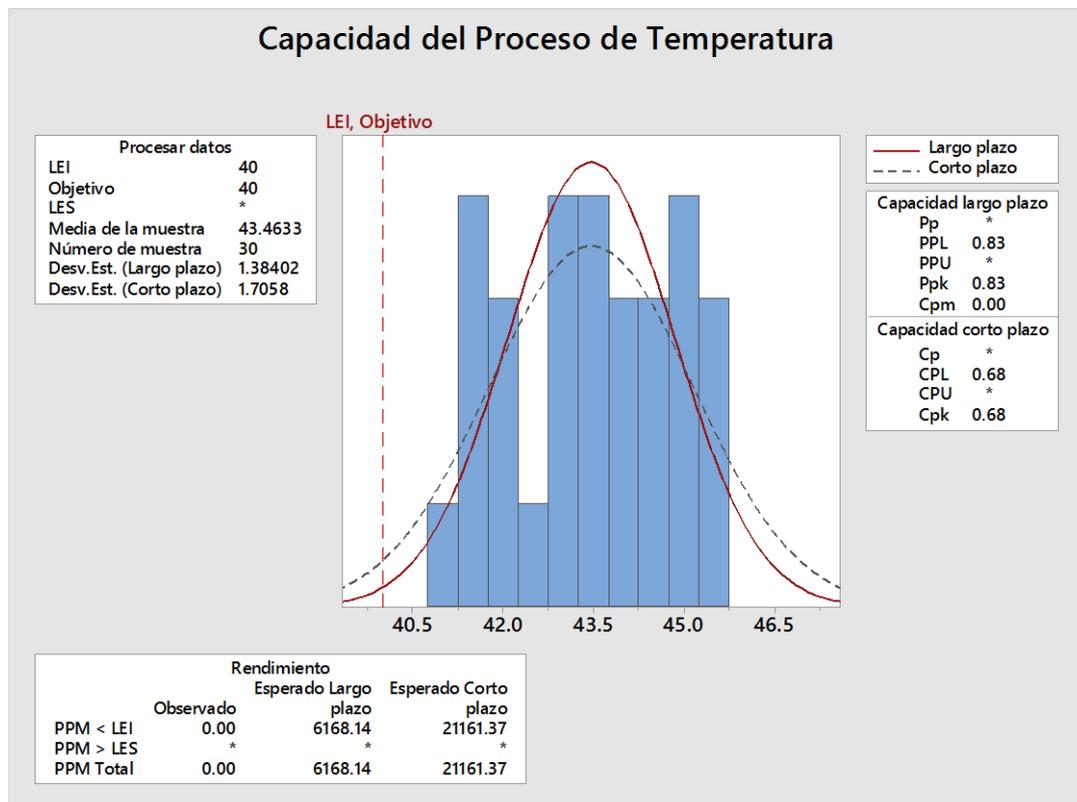


Nota. Elaboración con Minitab

Se observa que la capacidad potencial del proceso (C_p) tiene un valor de 0,23, y la capacidad del proceso real (C_{pk}) de -0,16, ambos valores indican que el proceso de la variable dureza es incapaz.

Figura A.4

Capacidad del Proceso para la variable temperatura en el proceso de Prensado

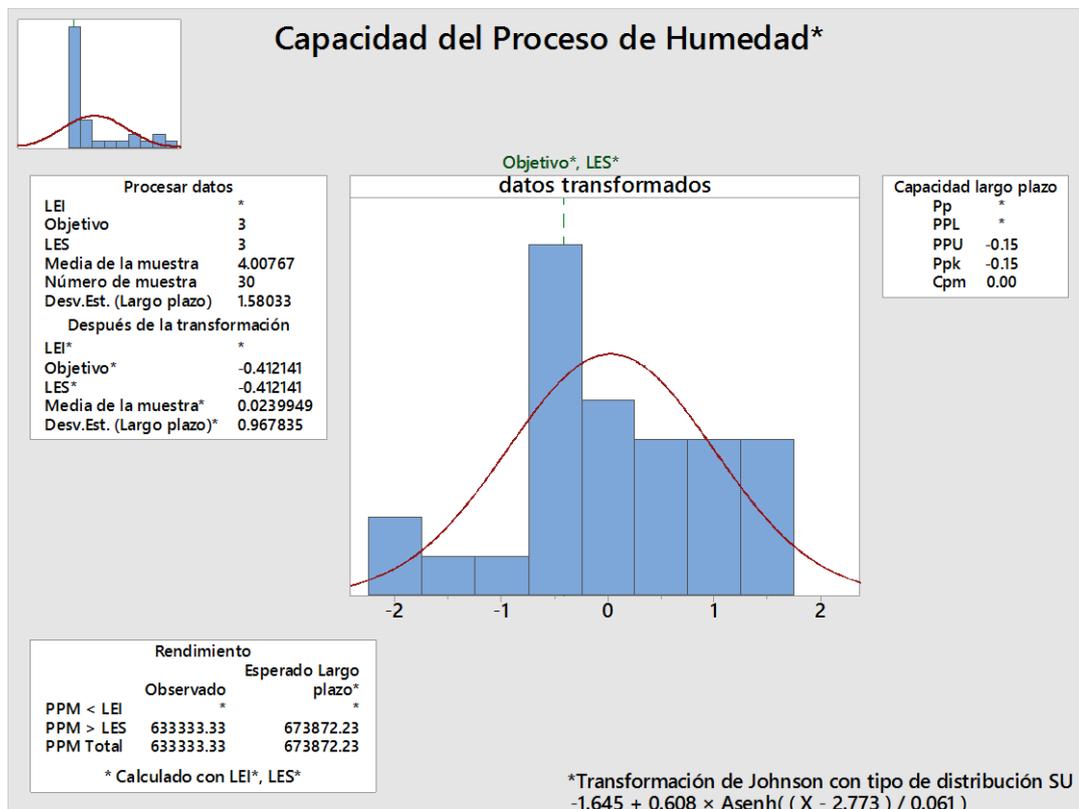


Nota. Elaboración con Minitab

Se observa que la capacidad del proceso real (Cpk) tiene un valor de 0,68, lo que indica que el proceso de la variable temperatura es incapaz.

Figura A.5

Capacidad del Proceso para la variable humedad en el proceso de Secado

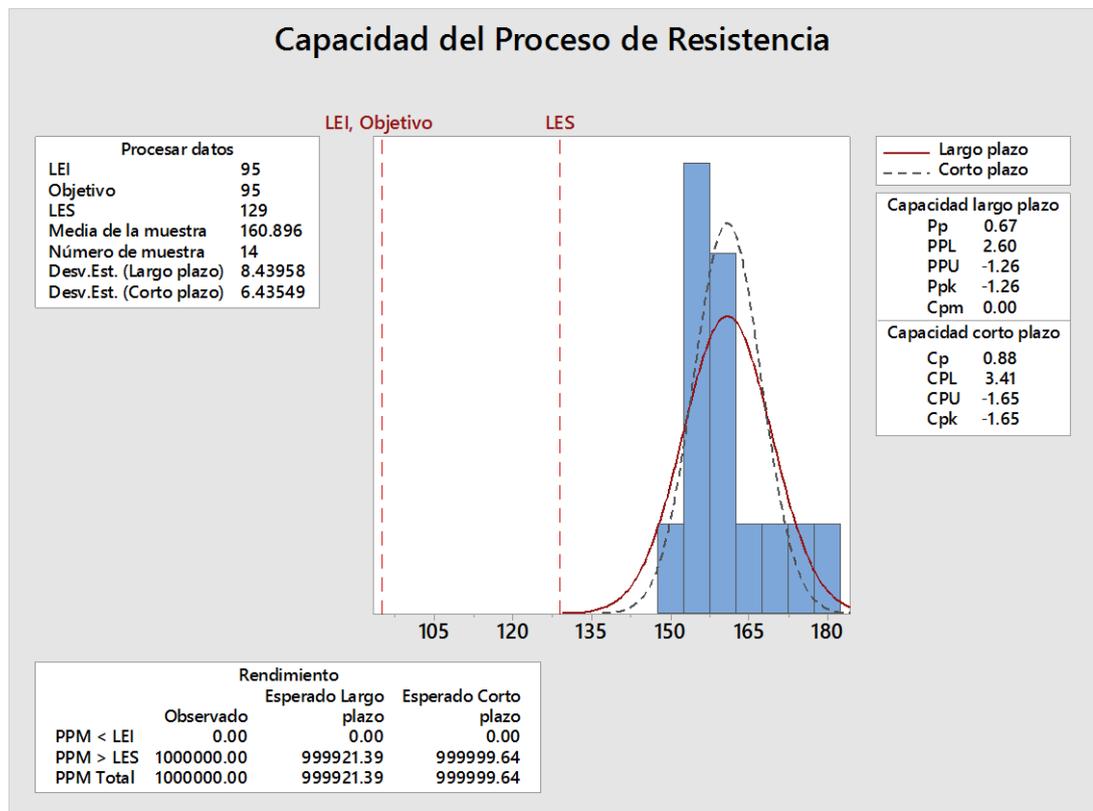


Nota. Elaboración con Minitab. El software no permite calcular el Cp y el Cpk debido a la transformación de Johnson.

Se observa que el desempeño del proceso real (Ppk) es de -0,15, lo que indica que el proceso de la variable humedad es incapaz.

Figura A.6

Capacidad del Proceso para la variable resistencia en el producto terminado



Nota. Elaboración con Minitab

Se observa que la capacidad potencial del proceso (C_p) tiene un valor de 0,88, y la capacidad del proceso real (C_{pk}) de -1,65, ambos valores indican que el proceso de la variable resistencia es incapaz.

Anexo 7. Formatos

LADRILLOS

maxx

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Producto:

Solicita:

Muestra:

Fecha:

N° de muestra	1		
Ensayo	1	2	3
Peso de recipiente + suelo húmedo (g)			
Peso de recipiente + suelo seco (g)			
Peso del agua contenida (g)			
Peso del recipiente (g)			
Peso de suelo seco (g)			
Contenido de Humedad			

OBSERVACIONES

1. Ensayo realizado según norma técnica NTP.399.127

2. Las muestras corresponden a Ladrillos MAXX

LADRILLOS

maxx

LABORATORIO DE CALIDAD

ENSAYO DE PLASTICIDADProducto: Solicita: Muestra: Fecha:

N° de muestra	1		
N° de golpes			
Ensayo	1	2	3
Peso de recipiente + suelo húmedo (g)			
Peso de recipiente + suelo seco (g)			
Peso del agua contenida (g)			
Peso del recipiente (g)			
Peso de suelo seco (g)			
Contenido de Humedad			

LIMITE LIQUIDO LIMITE PLÁSTICO ÍNDICE DE PLASTICIDAD **OBSERVACIONES**

1. Ensayo realizado según norma técnica NTP.399.129
2. Las muestras corresponden a Ladrillos MAXX

RESULTADOS

--

LADRILLOS



LABORATORIO DE CALIDAD

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

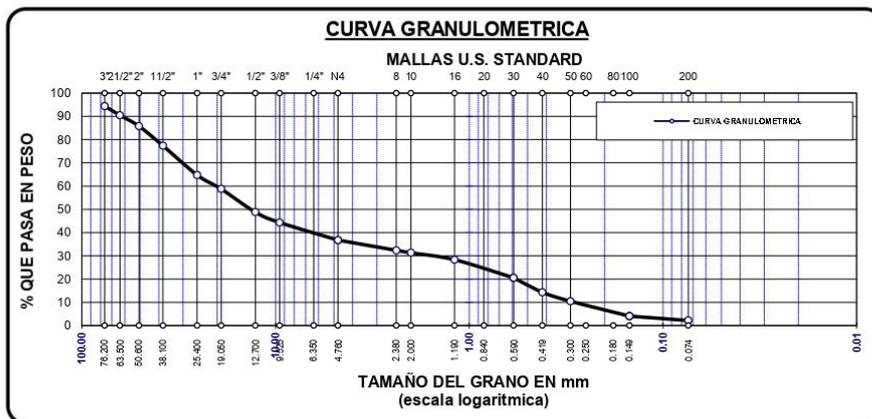
Producto:

Solicita:

Muestra:

Fecha:

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Descripción de la muestra MUESTRA 01
3"	76.2					
2 1/2"	63.5					
2"	50.6					
1 1/2"	38.1					
1"	25.4					
3/4"	19.05					
1/2"	12.7					
3/8"	9.525					
1/4"	6.35					
N° 4	4.76					
N° 8	2.38					
N° 10	2					
N° 16	1.19					
N° 20	0.84					
N° 30	0.59					
N° 40	0.419					
N° 50	0.3					
N° 60	0.25					
N° 80	0.18					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
BASE						
TOTAL						
% DE PÉRDIDA						



LADRILLOS

maxx

LABORATORIO DE CALIDAD

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓNProducto: Solicita: Muestra: Fecha:

N° de muestra	Descripción	Dimensiones			Área Bruta	Lectura (Kn) Pistón	f'b (Kg/cm ²)
		L. cm	A. cm	H. cm			
1	Muestra 1						
2	Muestra 2						
3	Muestra 3						
4	Muestra 4						
5	Muestra 5						
RESISTENCIA PROMEDIO							
DESVIACIÓN ESTÁNDAR							
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							

OBSERVACIONES

1. Ensayo realizado según norma técnica NTP.399.613
2. Las muestras corresponden a Ladrillos MAXX

RESULTADOS

RESULTADOS

LADRILLOS

maxx LABORATORIO DE CALIDAD

ENSAYO DE ABSORCIÓN

Producto:

Solicita:

Muestra:

Fecha:

N° de muestra	Descripción	Peso Seco	Peso Saturado	% Absorción
1	Muestra 1			
2	Muestra 2			
3	Muestra 3			
4	Muestra 4			
5	Muestra 5			
PROMEDIO				

OBSERVACIONES

1. Ensayo realizado según norma técnica NTP.399.613

2. Las muestras corresponden a Ladrillos MAXX

RESULTADOS

LADRILLOS

maxx

LABORATORIO DE CALIDAD

ENSAYO DE EFLORESCENCIAProducto: Solicita: Muestra: Fecha:

N° de muestra	Descripción	Resultado de Eflorencia
1	Muestra 1	
2	Muestra 2	
3	Muestra 3	
4	Muestra 4	
5	Muestra 5	

OBSERVACIONES

1. Ensayo realizado según norma técnica NTP.399.613
2. Las muestras corresponden a Ladrillos MAXX

RESULTADOS

--

LADRILLOS

maxx

LABORATORIO DE CALIDAD

ENSAYO DE ALABEOProducto: Solicita: Muestra: Fecha:

N° de muestra	Descripción	Diagonal 1		Diagonal 2		Diagonal 3		Diagonal 4		Alabeo	
		Concavo	Convexo	Concavo	Convexo	Concavo	Convexo	Concavo	Convexo	Concavo	Convexo
1	Muestra 1										
2	Muestra 2										
3	Muestra 3										
4	Muestra 4										
5	Muestra 5										
PROMEDIO											

OBSERVACIONES

1. Ensayo realizado según norma técnica NTP.399.613

2. Las muestras corresponden a Ladrillos MAXX

RESULTADOS

RESULTADOS

LADRILLOS

maxx

LABORATORIO DE CALIDAD

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOSProducto: Solicita: Muestra: Fecha:

N° de muestra	Descripción	Dimensiones			Area Bruta (Vu)	Peso		Volumen arena (Vs)	% Vacíos
		L. cm	A. cm	H. cm		500 ml (Sc)	Arena (Su)		
1	Muestra 1								
2	Muestra 2								
3	Muestra 3								
4	Muestra 4								
5	Muestra 5								
PROMEDIO									

OBSERVACIONES

1. Ensayo realizado según norma técnica NTP.399.613
2. Las muestras corresponden a Ladrillos MAXX

RESULTADOS

--