



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

“APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LÍNEA DE ENVASADO DE AZÚCAR DE LA EMPRESA AGRO INDUSTRIAL PARAMONGA (AIPSAA)”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Michell Alfredo Ardiles Luna
Raul Alberto Ordinola Quispe

Asesor:

Mg. Ing. Pedro Modesto Loja Herrera

Lima – Perú
2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
CAPITULO 1. Introducción	18
1.1 Realidad Problemática	18
1.2 Formulación del problema	20
1.2.1 Problema general	20
1.2.2 Problemas específicos	20
1.3 Justificación	21
1.4 Limitaciones	22
1.5 Objetivos	23
1.5.1 Objetivo General	23
CAPITULO 2. Marco Teórico	24
2.1 Antecedentes	24
2.2 Bases Teóricas	26

2.2.1	Descripción de Lean Manufacturing	26
2.2.2	Estructuras de Lean Manufacturing	31
2.2.3	Principios de la filosofía Lean	34
2.2.4	Herramientas de Lean Manufacturing	35
2.2.4.1	Las 5S's	36
2.2.4.2	Mantenimiento Productivo Total	39
2.2.4.3	Efectividad Global de los Equipos	41
2.2.4.4	Cambio Rápido	46
2.2.4.5	Justo a Tiempo	49
2.3	Definición de términos básicos.	52
CAPITULO 3. HIPÓTESIS		55
3.1	Planteamiento de la hipótesis	55
3.2	VARIABLES	55
3.3	Operacionalización de variables	56
CAPITULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS		58
4.1	Tipo de diseño de investigación	58
4.2	Nivel de investigación	58
4.3	Material de estudio.	59
4.3.1	Población	59
4.3.2	Muestra	59
CAPITULO 5. DESARROLLO		60
5.1	Descripción de la empresa	60
5.2	Denominación y dirección	61
5.3	Principios empresariales	63
5.4	Productos y presentaciones	63
5.5	Clientes	64
5.6	Organigrama de la Gerencia de Fábrica – Envasado de azúcar	65
5.7	Descripción de la situación actual del área de envase	66
5.8	Lineamiento Proceso de envase Azúcar AIPSAA	66
5.9	Diagrama Flujo - envase Azúcar AIPSAA	67
5.10	Indicadores de gestión	68

5.11	Tiempos Improductivos	71
5.11.1	Diagrama de Proceso Operativo DOP.....	71
5.11.2	Diagrama de recorrido	71
5.12	Análisis FODA del área de envasado	74
5.13	Identificación y clasificación de paradas.....	76
5.14	Tiempos Improductivos Relevantes – Diagrama Pareto e Ishikawa	79
5.14.1	Análisis del tiempo Set-Up	81
5.14.2	Análisis de los tiempos de mantenimiento	82
5.15	Identificación de defectos en el proceso de envasado	84
5.15.1	Distribución del tiempo – Horas Asignadas.....	85
5.15.2	Distribución del tiempo – Horas Disponibles.....	86
5.15.3	Distribución del tiempo – Horas Productivas.....	86
5.15.4	Distribución del tiempo – Cuadro resumen.....	88
5.15.5	Capacidad Pico, capacidad Efectiva, neta y bruta.....	89
5.16	Eficiencia Líneas de Envase AIPSAA.....	91
5.16.1	Cálculo de la OEE.....	91
5.16.2	Indicador OEE - Líneas de envasado AIPSAA.....	95
5.16.3	Análisis de la Eficiencia de Máquina o rendimiento	99
5.16.4	Herramientas de Lean Manufacturing aplicables a la mejora de la productividad del área de envasado.....	100
5.17	Propuesta de aplicación profesional de las herramientas de Lean Manufacturing al área de envasado de azúcar	101
5.17.1	Primera fase aplicación de 5's.....	102
5.17.1.1	Clasificación, orden y limpieza.....	102
5.17.1.2	Estandarización y disciplina.....	109
5.17.2	Aplicación de SMED	114
5.17.2.1	Situación Actual.....	115
5.17.2.2	Situación Propuesta	119
5.17.3	Aplicación de JIT como herramienta para mejorar la disponibilidad.....	124
5.17.3.1	Objetivos de la Herramienta.....	124
CAPITULO 6.	RESULTADOS	129
6.1	Impacto de Aplicación de Herramientas Lean	129

6.1.1.1	Impacto de la aplicación de las 5S's en la calidad	129
6.1.1.2	Impacto de SMED en la mejora del rendimiento.....	129
6.1.1.3	Impacto de Justo a Tiempo en la disponibilidad	131
6.2	Evaluación del impacto de las propuestas en la productividad.....	132
6.3	Impacto económico.....	135
6.3.1	Costos de Personal.....	135
6.3.2.1	Gastos de Implementación de 5S, JIT y SMED.....	136
6.3.3	Ahorro generado por la implementación de Lean.....	138
6.3.3.2	Ahorro por la implementación de JIT.....	139
6.3.3.3	Ahorro por la implementación de SMED.....	139
6.3.4	Aumento de la Productividad por la Implementación.....	140
6.3.5	Resumen gerencial del impacto económico.....	142
CAPITULO 7. DISCUSIÓN		145
CONCLUSIONES		149
RECOMENDACIONES		150
REFERENCIAS.....		152
ANEXOS		154
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....		180

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1. Técnicas asimiladas a sistemas productivos de mejora	32
Tabla n.º 2. Pérdidas en procesos productivos	40
Tabla n.º 3. Tipos de Pérdidas – Factor OEE.....	44
Tabla n.º 4. Clasificación OEE	44
Tabla n.º 5. Operacionalización de las variables	57
Tabla n.º 6. Tipo de diseño de investigación	58
Tabla n.º 7. Modelo de estudio a seguir	58
Tabla n.º 8. Distribución de tiempos por Línea de Envase	69
Tabla n.º 9. Capacidad Ideal Área Envase AIPSAA.....	70
Tabla n.º 10. Capacidad Real Área Envase AIPSAA.....	70
Tabla n.º 11. Paradas según su motivo y naturaleza	78
Tabla n.º 12. Causas de parada de envasado	79
Tabla n.º 13. Horas Asignadas	87
Tabla n.º 14. Disponibilidad de Equipos.....	92
Tabla n.º 15. Horas trabajadas Líneas de envase.....	93
Tabla n.º 16. Capacidad de Producción – Línea Rovema I	93
Tabla n.º 17. : % de Eficiencia de calidad	94
Tabla n.º 18. Factores de OEE Envasadoras.....	96
Tabla n.º 19. Tiempos de paradas línea de envasado Enero a Diciembre 2014.....	99
Tabla n.º 20. Herramientas Lean a aplicar en el estudio	100
Tabla n.º 21. Tipos de Presentación de Azúcar Fraccionada envasado por AIPSAA	103
Tabla n.º 22. Plan de Aprovisionamiento de Insumos por presentaciones	104
Tabla n.º 23. Horario de limpieza Área de Envase AIPSAA	110
Tabla n.º 24. Reducción de tiempos por limpieza.....	110
Tabla n.º 25. Reducción de tiempos por mantenimiento correctivo	111
Tabla n.º 26. Producción de Azúcar Fraccionada según Requerido por Área Comercialización	127
Tabla n.º 27. Producción de Azúcar Fraccionada según Requerido por Área Comercialización	128
Tabla n.º 28. Impacto Mejoras aplicación de 5´S Área Envase AIPSAA.....	129
Tabla n.º 29. Impacto Mejoras aplicación de SMED - Lavado Envase AIPSAA.....	130
Tabla n.º 30. Impacto Mejoras aplicación de SMED Tiempos de Set Up.....	130
Tabla n.º 31. Cálculo de producción estimado	131
Tabla n.º 32. Mejoras JIT - Envasadora Rovema.....	131
Tabla n.º 33. Evolución de OEE estimado después de Implementación 2014.....	134
Tabla n.º 34. Costo de Hora-Hombre de Operarios.....	135
Tabla n.º 35. Costo de Hora-Hombre de Personal Administrativo	135
Tabla n.º 36. Gastos de implementación de 5´ s.....	136
Tabla n.º 37. Gastos de implementación de JIT	136
Tabla n.º 38. Gastos de implementación de SMED.....	137
Tabla n.º 39. Gastos de implementación de equipos	138
Tabla n.º 40. Ahorro generado por la implementación de 5 S´ s	138
Tabla n.º 41. Ahorro generado por la implementación del JIT	139
Tabla n.º 42. Ahorro generado por Implementación de SMED	140
Tabla n.º 43. Aumento de la capacidad generada por la implementación de 5S´ s	141
Tabla n.º 44. Aumento de la capacidad generada por la implementación de JIT.....	141
Tabla n.º 45. Aumento de la capacidad generada por la implementación de SMED	142
Tabla n.º 46. Tiempo de Retorno de la Inversión por herramienta Lean.....	142

Tabla n.º 47 Retorno Sobre la Inversión	143
Tabla n.º 48. Aumento de la capacidad de producción en las líneas de envasado anual.	143
Tabla n.º 49. Flujo de Caja.....	144
Tabla n.º 50. Reducción de tiempos por limpieza	146
Tabla n.º 51. Reducción de tiempos por mantenimiento correctivo	146
Tabla n.º 52. Reducción de tiempos por mantenimiento preventivo	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1. Importación de azúcar de caña US\$ MILES y demanda de producción.....	18
Figura n.º 2. Niveles de producción de azúcar en el mundo.....	19
Figura n.º 3. Fases a considerar en la implementación LEAN.....	27
Figura n.º 4. Tipos de muda.....	31
Figura n.º 5. Casa del Sistema de Producción Toyota.....	33
Figura n.º 6. Tipos de Pérdidas OEE.....	42
Figura n.º 7. Fases del SMED.....	49
Figura n.º 8. Los 4 pilares del JIT.....	51
Figura n.º 9. Cronología de la Empresa.....	60
Figura n.º 10. Procesos de la empresa AIPSAA.....	62
Figura n.º 11. Envases de azúcar refinada y azúcar rubia, presentación 1Kg.....	64
Figura n.º 12. Organigrama Gerencia Fábrica AIPSAA.....	65
Figura n.º 13. Proceso de envasado AIPSAA.....	67
Figura n.º 14. Vista Elevación Área de Envase AIPSSA.....	68
Figura n.º 15. Ubicación Área Envase y Almacén de Materiales Internos en AIPSAA.....	72
Figura n.º 16. Diagrama de operaciones del Proceso.....	73
Figura n.º 17. Debilidades en Limpieza de equipos área envasado.....	75
Figura n.º 18. Debilidades Orden de insumos y materiales área envasado.....	75
Figura n.º 19. Zona de trabajo Rovema 1 y 2 área envasado.....	76
Figura n.º 20. Diagrama de Pareto, Causa de Parada Envasado.....	80
Figura n.º 21. Diagrama de Ishikawa.....	80
Figura n.º 22. Hombro Formador Envasadora Rovema.....	81
Figura n.º 23. Equipos Línea de Envasado AIPSAA.....	83
Figura n.º 24. Envasadora Rovema.....	84
Figura n.º 25. Horas Asignadas bloques y barras.....	85
Figura n.º 26. Horas disponibles.....	86
Figura n.º 27. Horas productivas.....	87
Figura n.º 28. Horas Asignadas, Disponibles y Productivas.....	88
Figura n.º 29. Distribución del tiempo horas productivas.....	88
Figura n.º 30. Horas Asignadas, Disponibles y NO Productivas.....	89
Figura n.º 31. Capacidad Pico, Efectiva y Nominal.....	90
Figura n.º 32. Capacidad de Producción – Envasado 2014 AIPSAA.....	90
Figura n.º 33. Cálculo de la OEE.....	91
Figura n.º 34. Disponibilidad y confiabilidad.....	92
Figura n.º 35. Factores de OEE Mainar 2013.....	97
Figura n.º 36. Factores de OEE Discovery 2013.....	97
Figura n.º 37. Factores de OEE Rovema 2013.....	98
Figura n.º 38. Comparativos de OEE 2013.....	99
Figura n.º 39. Política 12 Reglas de oro AIPSAA.....	102
Figura n.º 40. Línea de Envase Azúcar Fraccionada AIPSAA.....	103
Figura n.º 41. Vista de datos básicos de insumos TITANIUM.....	104
Figura n.º 42. Mejoras 5'S andamio para área de envasado.....	105
Figura n.º 43. Normas de higiene Envasado AIPSAA.....	106
Figura n.º 44. Línea de Envasadora Mainar – AIPSSA.....	107
Figura n.º 45. Línea de Envasadora Rovema Enfardadora Raumak– AIPSSA.....	107
Figura n.º 46. Mejoras 5'S „Ambientes Inocuos - AIPSSA.....	108

Figura n.º 47. Mejoras 5´S – Señalizados de Áreas Envasado AIPSSA.....	108
Figura n.º 48. Mejoras 5´s – Envasadora Rovema AIPSSA	108
Figura n.º 49. Mejoras 5´S – Reducción tiempo de Limpieza Tornillo Alimentador Tolva Rovema	109
Figura n.º 50. Política de Inspección Envasadora Rovema – AIPSSA	112
Figura n.º 51. Instructivo de Mantenimiento Envasadoras Enfardadoras Selladoras- AIPSSA.....	113
Figura n.º 52. Normas de SGI - AIPSSA	114
Figura n.º 53. Programa de sanitación	114
Figura n.º 54. Distribución de bobinas a envasadoras.....	116
Figura n.º 55. Almacenamiento interno de Bobinas Envasadoras	116
Figura n.º 56. Envasadora de azúcar fraccionado Rovema AIPSSA	117
Figura n.º 57. Flujo grama General del proceso de envasado – situación Actual	118
Figura n.º 58. Aspiradora industrial Chasqui	120
Figura n.º 59. Flujo grama General del proceso de envasado – Situación Propuesta...	121
Figura n.º 60. Ducto de descarga de mermas a Big-Bag.....	122
Figura n.º 61. Sistema de formación envasadora Rovema	123
Figura n.º 62. Equipo móvil del sistema de formación Rovema	123
Figura n.º 63. Cadena de proceso envase AIPSSA	124
Figura n.º 64. Mejoras JIT Capacidad en Tolva Pulmón Envasadora Rovema.....	125
Figura n.º 65. Mejoras JIT Sistema de Dosificación Tolvas Envasadoras AIPSSA.....	125
Figura n.º 66. Mejoras con instalación de Chequeadores de Peso Automatizado	126
Figura n.º 67. Factores de OEE – Línea Envasadora Discovery 2014	132
Figura n.º 68. Factores de OEE – Línea Envasadora Mainar 2014	133
Figura n.º 69. Factores de OEE – Línea Envasadora Rovema 2014.....	133
Figura n.º 70. Comparativo de OEE de envasadoras 2014	134
Figura n.º 71. Producción Envasado año 2013	140
Figura n.º 72. Producción Envasado año 2014	141
Figura n.º 73. Reducción de tiempos por refrigerios (a): mejora y (b): normal	145
Figura n.º 74. Resumen de reducción de tiempos (min) por mejoras implementadas ...	147

RESUMEN

La empresa Agro Industrial Paramonga (AIPSAA) procesa y comercializa caña de azúcar y productos derivados (alcohol y generación de energía eléctrica). La caña de azúcar que llega desde los campos de cultivo hacia fábrica, en donde luego de pasar por diversos procesos finalmente se obtiene el azúcar granulado en dos presentaciones: azúcar rubia y azúcar blanca. El azúcar finalmente es embolsado y comercializado atendiendo la demanda de sus principales clientes como son CencoSud Retail Perú S.A., Supermercados Peruanos, Makro supermayorista S.A. entre otros, a quienes se les brinda las marcas Paramonga, Metro, Wong, Dulfina.

Agro Industrial Paramonga para su proceso de envase de azúcar fraccionado en sus presentaciones de 1kg, 2kg y 5kg de azúcar rubia y azúcar refinada, hace uso de 04 líneas de envase equipadas con equipos automatizados, los mismos que para su correcto funcionamiento y operación requieren de la implementación de procesos de producción para cumplir con las expectativas de los clientes en calidad, costes, y tiempos de entrega, con el fin de poder maximizar los beneficios de la empresa.

Inicialmente se definió a la metodología Lean Manufacturing como la filosofía a aplicar en el área de envasado para alcanzar mejoras en la producción considerando a las 5's, el Just in Time (JIT) y el Single-Minute Exchange of Die (SMED) por sus siglas en inglés, como las herramientas básicas para alcanzar mejoras más aun evidenciando a través de los centros de costos destinados para el área de envase los problemas que se presentaban luego de la instalación de las 02 nuevas líneas de envase Rovema de 01 kilogramo instaladas a principios del año 2012.

Se desarrolló trabajos de campo orientado a efectuar capacitaciones al personal del área en materia de clasificación orden y limpieza como primera etapa para finalmente concluir con normalización y estandarización en lo que refiere a la implementación de las 5's. El SMED permite empezar un primer análisis del proceso de preparación de máquinas y equipos cuando se requiera el cambio de proceso de envase. Finalmente el JIT como herramienta de gestión permitirá mantener un flujo constante de producción evitando paradas innecesarias en el proceso de envasado.

El Overall Equipment Effectiveness (OEE) por sus siglas en inglés, nos ayuda a medir el nivel de efectividad de la línea de producción a través del tiempo. Nos dará una idea del impacto de las medidas que se van tomando a lo largo del tiempo con el fin de mejorar el rendimiento de la línea de envase.

Se estableció el procedimiento Lean Manufacturing durante el año 2014, alcanzando mejoras en la producción, manteniendo un lugar de trabajo limpio y ordenado que influye en la moral de un trabajador de forma positiva. Adicional a ello se busca minimizar tiempos para que la realización de las tareas se efectúan con mayor rapidez cuando se realiza el intercambio de componentes para el embolsado de diferentes presentaciones y/o tipo de azúcar según la necesidad del cliente.

ABSTRACT

The company Agro Industrial Paramonga (AIPSA) processes and sells sugar cane and derived products (alcohol and power generation). Sugar cane coming from the fields to the factory, where after passing through various processes finally granulated sugar is obtained in two forms: brown sugar and white sugar. Sugar is finally bagged and marketed to meet the demand of its major customers, including Peru Cencosud Retail S.A, Supermercados Peruanos S.A, Makro Supermayorista among others, who are given the Paramonga, Metro, Wong, Dulfina brands.

Agro Industrial Paramonga for processing of sugar split container presentations 1kg, 2kg and 5kg of brown sugar and refined sugar, uses 04 packaging lines equipped with automated equipment, the same as for proper functioning and operation require the implementation of production processes to meet customer expectations in quality, cost and delivery times, in order to maximize the benefits of the company.

Initially he defined as the Lean philosophy applied in the packaging area to achieve improvements in production considering the 5's, Just in Time and the SMED as basic tools for achieving even more improvements showing through cost centers destined for the area of container then the problems presented by the installation of 02 new packaging lines Rovema 01 kilogram installed in early 2012.

Field work aimed at making area of personnel training on housekeeping classification as a first step to finally conclude with normalization and standardization when it comes to the implementation of the 5's developed. The SMED allows begin a first analysis of the process of preparation of machinery and equipment when changing the packaging process is required. Finally the JIT as a management tool allow you to maintain a constant flow of avoiding unnecessary production stops in the packaging process.

The OEE helps us measure the level of effectiveness of the production line over time. It will give us an idea of the impact of the measures they are taken over time in order to improve the performance of the packaging line.

It establishes the procedure Lean during 2014, reaching production improvements, while maintaining clean and tidy influencing worker morale positively. It seeks additional time to minimize the tasks are performed more quickly when exchanging components for bagging of different presentations and / or type of sugar is made according to customer needs.

Nota de acceso:

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

- Hernández. C, (2013) *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*
- Cuatrecasas, L. (2010) *TPM en un entorno Lean management: estrategia competitiva*. Barcelona: PROFIT
- Krajewski, L. (2011) *Operations management: processes and supply chains*. Novena edición. Upper Saddle River, N.J.
- Shigeo. S, (1987) *The Poka - Yoke System I: Theory, Japan: Cambridge Massachusetts and Norwalk*.
- Niebel, B (2004) *Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. Décima Edición. México, D.F.: Alfaomega
- Liker, J. (2004) *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. United States of America: McGraw-Hill.
- Palomino, M. (2012). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de Lubricantes*. (Tesis de Ingeniería). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Cordova. F, (2012). *Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la Manufactura Esbelta*. (Tesis de Ingeniería). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Womack, J, y Jones. D, (2005) *Lean Thinking: como utilizar el pensamiento Lean para eliminar despilfarros y crear valor en la empresa*. Barcelona: Gestión 2000

Agro Industrial Paramonga (2014) *Indicadores de producción área de envasado*

Agro Industrial Paramonga (2014) *ERP - TITANIUM datos de producción y estadística de costos. Barranca Paramonga*

Direcciones electrónicas:

Espinoza, F. (2015)

<http://campuscurico.utalca.cl/~fepinos/INDICADORES%20DE%20EFICIENCIA%20PARA%20MANTENIMIENTO.pdf>

Loja, P (2013). *Manufactura esbelta* [Diapositivas PowerPoint]. Extraído de <http://1drv.ms/1Tww4FY>

Loja, P (2013). *Disponibilidad y confiabilidad* [Diapositivas PowerPoint]. Extraído de <http://1drv.ms/1Tww4FY>

Loja, P (2013). *Capacidad y % de utilización* [Diapositivas PowerPoint]. Extraído de <http://1drv.ms/1Tww4FY>

Mes SIG SIGMA E,I,R.L (2015)
www.mes-sigma.net

Lean Manufacturing Integrado MES. (2015)
<http://www.efiplant.com/lean.html>