

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería Industrial
Carrera de Ingeniería Industrial



**APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO
DE CONVERSIÓN DE HOJAS DE PLANTA LIJAS EN LA
EMPRESA QROMA S.A.**

Trabajo de investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Diego Miguel Meléndez Rodríguez
20070673**

Asesor

Carlos Lizárraga Portugal

Lima – Perú
Mayo de 2017

(Hoja en blanco)





**APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING
EN EL PROCESO DE CONVERSIÓN DE
HOJAS DE PLANTA LIJAS EN LA EMPRESA
QROMA S.A.**

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN 3

1.1. Antecedentes de la empresa.....	3
1.1.1. Descripción de los productos o servicios ofrecidos.....	3
1.1.2. Breve descripción de la empresa y reseña histórica	3
1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa	4
1.1.4. Estrategia general de la empresa	4
1.2. Objetivos de la investigación (general y específicos)	5
1.2.1. Objetivo general.	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Alcance y limitaciones de la investigación.....	5
1.3.1. Alcance.	5
1.3.2. Limitaciones.	6
1.4. Justificación de la investigación.....	6
1.4.1. Justificación Técnica.	6
1.4.2. Justificación Económica.....	6
1.4.3. Justificación Social.....	7
1.5. Hipótesis de la investigación	7
1.6. Marco referencial de la investigación.....	7
1.7. Marco conceptual	8

CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO.....15

2.1. Análisis Externo de la Empresa.....	15
2.1.1. Análisis del entorno global	15
2.1.2. Análisis del entorno competitivo y del mercado	18
2.2. Análisis Interno de la Empresa.....	21
2.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales	21
2.2.2. Análisis de la organización y estructura organizacional	22
2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves	23

2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos)	28
2.2.5. Determinación de posibles oportunidades de mejora	33
2.2.6. Selección del sistema o proceso a mejorar	34
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO.	36
3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio	36
3.1.1. Caracterización detallada del sistema o proceso objeto de estudio	36
3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos)	38
3.2. Determinación de las causas raíz de los problemas hallados	39
3.2.1. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa.	39
3.2.2. Análisis de los factores que influyen favoreciendo o limitando los resultados actuales	40
CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.	44
4.1. Planteamiento de alternativas de solución a la problemática encontrada...	44
4.2. Selección de alternativas de solución	46
4.2.1. Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas	46
4.2.2. Evaluación cualitativa y cuantitativa de alternativas de solución	48
CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES.	49
5.1. Ingeniería de la solución.....	49
5.1.1. Diseño de la propuesta de solución	49
5.1.2. Desarrollo de la propuesta de solución	51
5.2. Planificación de la implementación de la solución	65
5.2.1. Determinación de objetivos y metas.....	65
5.2.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución.....	66
5.2.3. Cronograma de implementación de la solución	68
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y BENEFICIOS ESPERADOS	71
6.1. Determinación de escenarios que afectarían la solución	71
6.1.1. Escenario Pesimista.	71

6.1.2. Escenario Optimista.....	72
6.2. Evaluación económica financiera de la solución.....	73
6.3. Análisis del impacto social y ambiental de la solución	75
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS.....	85



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Pasos de implementación del Lean Manufacturing	11
Tabla 1.2 Simbología del VSM o Mapa de la Cadena de Valor.....	12
Tabla 2.1 Variables políticas y sus efectos.	15
Tabla 2.2 Variables económicas y sus efectos.....	16
Tabla 2.3 Variables sociales y sus efectos.....	17
Tabla 2.4 Variables tecnológicas y sus efectos.....	17
Tabla 2.5 Variables ambientales y sus efectos.	18
Tabla 2.6 Porcentaje de participación en el mercado de lijas peruano	19
Tabla 2.7 Medidas impositivas para las mercancías establecidas para su ingreso al país	19
Tabla 2.8 Productos fabricados Planta Lijas.....	25
Tabla 2.9 Granulometría según tipo de Lija	26
Tabla 2.10 Estrategias generales Pilares de Hoshin Kanri Planta Lijas	28
Tabla 2.11 Hoshin Kanri planta Lijas Calidad de los productos	29
Tabla 2.12 Hoshin Kanri planta Lijas Costo Competitivo.....	30
Tabla 2.13 Hoshin Kanri planta Lijas Desarrollo y crecimiento del personal de los colaboradores	30
Tabla 2.14 Hoshin Kanri planta Lijas Tiempos de Fabricación	31
Tabla 2.15 Box Score Planta Lijas.....	32
Tabla 2.16 Resultados VSM actual en la Planta Lijas Batch de 1 000 metros.....	34
Tabla 2.17 Resultados VSM Presente Conversión	34
Tabla 2.18 Lead Time planta Lijas	35
Tabla 3.1 Diagrama de Bloques del Área de Conversión.....	36
Tabla 3.2 Hoja Técnica Máquina Flexionado.....	36
Tabla 3.3 Hoja Técnica Máquina Cortadora de Rollos	37
Tabla 3.4 Hoja Técnica Máquina Cortadora de Hojas.....	37
Tabla 3.5 Hoja Técnica Embalaje.....	38
Tabla 3.6 Hoja Técnica Empaque.....	38
Tabla 3.7 Resultados VSM Presente Conversión	38
Tabla 3.8 Indicadores Conversión planta Lijas	39
Tabla 3.9 Estudio de Tiempos Área de Empaque de Hojas.....	39
Tabla 3.10 Fortalezas y Debilidades de la empresa en relación al área de conversión ..	40
Tabla 3.11 Hoja de Identificación del desperdicio	40
Tabla 3.12 Análisis de Factores mediante Gráfico Pareto	42
Tabla 4.1 Matriz de enfrentamiento de factores	47
Tabla 4.2 Tabla de Ranking de Factores.....	48
Tabla 5.1 Número de personas actualmente en conversión.....	51
Tabla 5.2 Comparación entre la situación actual y la propuesta.	52
Tabla 5.3 Especificaciones mínimas de la máquina enfajadora a adquirir.....	52
Tabla 5.4 Especificaciones técnicas máquina enfajadora de termoencogido serie ST6030	53
Tabla 5.5 Especificaciones Técnicas máquina Enfajadora semi automática SVS100....	54
Tabla 5.6 Matriz de enfrentamiento de factores	55
Tabla 5.7 Tabla de Ranking de Factores.....	55

Tabla 5.8	Calculo del Tack Time Planta Lijas.....	56
Tabla 5.9	Productividad del Área de Conversión	57
Tabla 5.10	Balance de Línea de la máquina Cortadora de Hojas	57
Tabla 5.11	Balance de Línea de la máquina Cortadora de Rollos	58
Tabla 5.12	Balance de Línea de empaquetado de lijas	58
Tabla 5.13	Balance de Línea de la máquina de Enfajadora de polietileno	59
Tabla 5.14	Beneficio económico de la nivelación de la producción.	60
Tabla 5.15	Beneficio económico de la reducción del personal.	60
Tabla 5.16	Estructura Capacitación White Belt en Lean Manufacturing	61
Tabla 5.17	Estructura Capacitación en el reconocimiento de 15 tipos de defectos de hojas de lijas	62
Tabla 5.18	Capacitación en el aseguramiento de la calidad para controlar el nivel de rechazos por defectos del producto.....	62
Tabla 5.19	Cálculo de la eliminación del motivo de rechazo en el área de conversión .	63
Tabla 5.20	Aumento del 1% de la Disponibilidad de las Máquinas de Cortado de Hojas	63
Tabla 5.21	Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) Cortadoras 1 y 2.....	64
Tabla 5.22	Hoja de Planeación de objetivos y metas	66
Tabla 5.23	Costos de ciclo de vida CCV de máquina enfajadora.....	67
Tabla 5.24	Detalles del Costo de la Actividad A.....	68
Tabla 5.25	Presupuesto general para la ejecución del proyecto	68
Tabla 5.26	Síntesis de la cuantificación de los beneficios y costos del proyecto.....	70
Tabla 6.1	Análisis de los Costos y Beneficios Económicos en una Situación Pesimista	72
Tabla 6.2.	Análisis de los Costos y Beneficios Económicos en una Situación Optimista	73
Tabla 6.3	Relación de inversión y beneficio económicos del proyecto.....	74
Tabla 6.4	Análisis de Flujo de Caja Económico.....	74
Tabla 6.5	Análisis del Valor Actual Neto	74
Tabla 6.6	Variables sociales y sus efectos.	75
Tabla 6.7	Relación producto capital del proyecto	76
Tabla 6.8	Intensidad de capital	76
Tabla 6.9	Valor Bruto de Producción respecto del personal ocupado.....	76
Tabla 6.10	Variables ambientales y sus efectos.	77
Tabla 6.11	Parámetros EIA.....	77
Tabla 6.12	Matriz de Leopold.....	78
Tabla 6.13	Resumen de magnitudes de impacto ambiental.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructura Básica del Lean Manufacturing	9
Figura 1.2 Los 7 grandes despilfarros en la Producción.....	10
Figura 2.1 Organigrama de la Planta de Lijas	22
Figura 2.2 Proceso de Fabricación de Lija	23
Figura 2.3 Proceso Gravitatorio.....	24
Figura 2.4 Proceso Gravitatorio.....	24
Figura 2.5 Diagrama de Operaciones del Proceso para la fabricación de Lijas para Metal	27
Figura 2.6 VSM Presente Planta Lijas.....	33
Figura 3.1 Diagrama de Relaciones de Causa-Efecto.....	41
Figura 3.2 Diagrama de Pareto de las principales áreas involucradas.....	43
Figura 5.1 Plano del área de Conversión situación propuesta	59
Figura 5.2 Cronograma de Actividades	69



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cotización y especificaciones técnicas Máquina Enfajadora.	86
Anexo 2: Formato de llenado del AMEF.....	89
Anexo 3: Cotización de resistencias.	90



RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente las distintas plantas de QROMA S.A., viene implementando un proceso de adaptación y lineamientos, a los fundamentos y herramientas del Lean Manufacturing. En este sentido, se plantea aplicar varias herramientas en el área de conversión para poder aplicar mejoras sustanciales.

Realizando un análisis de la situación actual, a través del Mapeo de la Cadena de Valor (VALUE STREAM MAPPING – VSM), permitió la identificación de los distintos desperdicios durante la producción, que, junto a un diagrama de relación de causa y efecto, se logró identificar las causas raíces de la mala administración de la producción del área de conversión y de esta plantear soluciones.

Al escoger la solución con mayor puntaje, se demostró, que aplicar una nivelación de la producción en base a los lineamientos del Lean Manufacturing, permitirá programar una producción acorde a una demanda fluctuante en el área de conversión, siendo necesario dividirlo en tres fases de aplicación.

Al realizar el balance de la línea y mecanización del área de embalaje, se halló que con la demanda actual se puede reducir hasta en 31,26 las horas de producción programada del área y adicionalmente aumentar la producción.

La iniciativa es complementada, con capacitaciones al personal de conversión, para eliminar las causas observadas por control de calidad; capacitar al personal en la aplicación del trabajo celular, y la realización de un AMFE en las Cortadoras de Hojas. Esto supone un posible aumento de su confiabilidad. Finalmente, junto con paneles informativos o ANDONES, para apoyar la identificación del plan de producción diario.

El seguimiento de los lotes abiertos o que faltan por ingresar, permitirá complementar la reducción del Lead Time del área, con apoyo conjunto de los supervisores.

Finalmente, se obtendrá beneficios económicos anuales, de aproximadamente S/571 774 con un VAN de S/994 904, a una tasa del 20%, y una TIR modificada de 43%, concluyendo que el proyecto es viable y distintos escenarios.

EXECUTIVE SUMMARY

At this moment, the different plants of QROMA S.A., has been implementing a process of adaptation and guidelines, to the foundations and tools of Lean Manufacturing. In this sense, it is proposed to apply several tools in conversion of leaves, to apply substantial improvements.

By analyzing the current situation through VALUE STREAM MAPPING (VSM), it allowed the identification of the different wastes during production, and through a cause and effect relationship diagram, identify the causes Roots of the mismanagement of the production of the conversion area and of this propose solutions.

When choosing the solution with the highest score, it was demonstrated that applying a leveling of production based on the guidelines of Lean Manufacturing, will allow scheduling a production according to a fluctuating demand of conversion, being necessary to divide it into three phases of application.

When balancing the line and mechanization of the packaging area, it was found that with the current demand the production programmed hours of the area can be reduced up to 31.26 hours, and production increased.

The initiative is complemented, with training to the conversion personnel, to eliminate the causes observed by quality control, train personnel in the application of cellular work, and the realization of an AMFE in the Leaf Cutters. This means a possible increase in reliability. Finally, together with information panels or ANDONES, to support the identification of the daily production plan.

Monitoring of open or missing lots will allow the reduction of lead time in the area, with joint support from supervisors.

Finally, annual economic benefits of approximately S/571 774 with an NPV of S/994 904 will be obtained, at a rate of 20%, and a modified IRR of 43%, concluding that the project is viable and different scenarios.

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de la empresa

1.1.1. Descripción de los productos o servicios ofrecidos

“QROMA participa en 14 unidades de negocios a fin de diversificar y cubrir selectivamente las necesidades del mercado como son: arquitectónico, automotriz, marino, industrial, pintura en polvo, insumos textiles, productos para el hogar, envases, abrasivos, resinas alquídicas, poliéster, adhesivos para madera, adhesivos para calzado y adhesivos industriales. Cuenta con 10 marcas en Perú que se dirigen a cada uno de los mercados a los que participan, estas son: American Colors, CPP, Tekno, Fast, Paracas, Jet, Uniquímica, Teknoquímica y Abralit. Y con 3 marcas en Chile como son: Tricolor, Iris y Revor” (QROMA S.A., 2015).

1.1.2. Breve descripción de la empresa y reseña histórica

QROMA S.A., empresa con más de 80 años, bajo el Código CIU N° 2022 “Fabricación de pinturas, barnices y otros” identificada con el RUC N° 20100073723 dedicada a la venta y producción de pinturas, productos químicos y adhesivos.

“Fundada en 1932 con el nombre de Compañía Peruana de Pinturas (CPP), siendo la primera empresa de pinturas en Perú, sus productos eran comercializados por Pinturas Fénix a nivel nacional y cuyo propietario era el Sr. Marcelo Dworzak Mingardo. Ese mismo año se crea el primer logo de CPP, con la forma de un triángulo invertido. Años después este fue cambiado por uno nuevo en forma de rombo” (QROMA S.A., 2015).

En 1968, se funda Uniquímica para fabricar insumos textiles a la Fábrica de Tejidos La Unión y a otras empresas. “Al año siguiente debido a su gran rentabilidad, Uniquímica se independiza de Tejidos La Unión, manteniendo su orientación hacia los productos textiles y posteriormente diversificar hacia otras líneas” (QROMA S.A., 2015).

Para el año 1980, Tejidos La Unión es comprada por el grupo Brescia. “Que a su vez poseía otras empresas como la Sociedad Anónima Mercantil de Lima SAML, Tenera Unión Cía. S.A. TUCSA, Scala Gigante, Compañía Peruana de Pinturas CPP, TEXORO, Negocios e Inversiones Tarapoto NITASA, Uniquímica, Comercializadora Unex, entre otras (QROMA S.A., 2015).

Al año 1996, por la tendencia de la globalización de los mercados, el grupo Brescia opta por fusionar sus negocios, CPP, Uniquímica, Comercializadora Unex, NITASA y TEXORO dando lugar a una nueva empresa: Corporación Peruana de Productos Químicos S.A. CPPQ S.A., dedicada a la producción y comercialización de pinturas, resinas e insumos químicos para la industria textil y otros.

Entre 1997 y 2012, realiza diversas adquisiciones entre ellas la Compañía Industrial Polux, las marcas Fast, American Colors propiedad de Industrias Fast S.A, Teknoquímica S.A., la empresa fabricante de abrasivos Abralit S.A., Pinturas Paracas S.A., y finalmente entre diciembre del 2011 y enero del 2012 CPPQ adquiere la tradicional empresa chilena de pinturas Tricolor y su filial en Perú, Industrias Vencedor”. (QROMA S.A., 2015)

1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa

El mercado objetivo de QROMA línea abrasivos está dirigido al público en general, pertenecientes a todos los sectores socio económicos. (Abralit S.A., 2016)

1.1.4. Estrategia general de la empresa

QROMA para continuar liderando el mercado sin desligarse de su principal posicionamiento, "*La Industria que trabaja para todas Las Industrias*", reconfirma la principal característica de nuestros productos: su durabilidad.

Así mismo, buscan renovar su imagen y enfocarse en una estrategia de promoción agresiva con nuevo material de comunicación tanto para el usuario como para el punto de venta. Junto con material diseñado para impulsar su rotación y orientarlo consumidor final.

1.2. Objetivos de la investigación (general y específicos)

1.2.1. Objetivo general.

Proponer mejoras en la producción de lijas de hojas de la Planta Lijas, haciendo uso de herramientas del Lean Manufacturing, en la empresa QROMA S.A.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Realizar un análisis de la situación actual y seleccionar el proceso a ser mejorado.
- Efectuar un diagnóstico del proceso a mejorar, identificando sus problemas y causa raíz.
- Plantear alternativas de solución para mejorar la situación actual.
- Seleccionar la mejor propuesta de solución.
- Desarrollar el Plan de implementación de la solución seleccionada.
- Evaluar la solución propuesta.

1.3. Alcance y limitaciones de la investigación

1.3.1. Alcance.

El trabajo de investigación tiene como alcance los procesos de manufactura en la línea de conversión de hojas Planta Lijas de QROMA S.A. de la sede Arequipa.

La mejora aplicada, agrupa a solo a parte de la cadena de valor de las líneas de producción.

El estudio comprende el análisis, evaluación y diseño del plan de implementación de la alternativa propuesta, quedando su puesta en implementación efectiva a criterio y decisión de la gerencia.

1.3.2. Limitaciones.

Las limitaciones del proyecto estarán directamente relacionadas al apoyo de los involucrados, de la cadena de valor de la planta lijas, para facilitar el acceso a determinadas áreas y la disposición de datos e información de la empresa.

El tiempo de aplicación puede ser muy variable por la recolección de información, el rediseño de procesos existentes, o la compra de instalaciones especiales.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación Técnica.

Es posible obtener mejoras en términos de calidad, eficiencia, disponibilidad y productividad en la línea objeto de estudio, empleando herramientas de ingeniería como el Lean Manufacturing, que desarrolla su implementación en la reducción de despilfarros (Mudas).

Entre las herramientas más utilizadas se cuenta con el VSM (Value Stream Mapping), Heijunka (Producción Nivelada), Análisis de modo de fallas y sus efectos, eficiencia global del equipo, entre otras que se orientan a agregar valor al proceso.

1.4.2. Justificación Económica.

Con el uso de herramientas del lean es posible tener ahorros por el valor aproximado de S/100 000 anuales, alcanzar y mejorar las metas anuales planteadas en el Hoshin Kanri, relacionados al tiempo de fabricación del área de conversión de 10 días, y reducir a menos de 5% la cantidad de ventas perdidas por no ser atendidas a tiempo. Haciendo referencia a la cita de (Rajadell, M. & Sánchez, J., 2010): *“No es de extrañar que las tareas que agregan valor no representan ni el 1% del total de proceso productivo, esto quiere decir que el 99% de las operaciones restantes no aportan valor y entonces significan desperdicios, pero esto a la vez significa una gran oportunidad de mejora.”*.

1.4.3. Justificación Social.

Empoderamiento del personal, para obtener un mejor clima organizacional, que permitirá un ambiente donde los trabajadores tengan un mayor sentido de responsabilidad, mayor control de sus actividades, junto con mejoras del trabajo en equipo y la comunicación entre áreas.

1.5. Hipótesis de la investigación

La aplicación de herramientas del Lean Manufacturing en la planta de Lijas brindará una mayor continuidad, fluidez y variedad a los procesos de producción de lijas. Así como, una disminución de los tiempos de entrega.

1.6. Marco referencial de la investigación

- Delgado, G., & Hernández, S. (2013). Diseño de Prácticas para Manufactura Esbelta. (tesis de ingeniería).

El beneficio a obtener de esta referencia, es conocer cómo se aplicó en una empresa manufacturera, la propuesta de aplicación del trabajo celular, así como otras herramientas de la manufactura esbelta, y como se reduce los principales desperdicios identificados en la línea de producción además de elevar la disponibilidad, eficiencia y calidad Delgado, G., & Hernández, S. (2013).

- Ruiz, E., Mayorga, M., & Rau, J. (2014). Herramientas de manufactura esbelta aplicadas a una propuesta de mejora en un laboratorio químico de análisis de minerales de una empresa comercializadora (tesis de maestría).

Como beneficio se podrá conocer, las diferentes herramientas a usar para mejorar los tiempos de entrega dentro una empresa del sector minero, mediante la utilización de herramientas de manufactura esbelta. Profundizar en la parte teórica los temas más importantes, como los métodos más usados para la determinación de minerales. Además, la aplicación de la manufactura esbelta y sus principales herramientas, siendo entre ellas el Mapa de Flujo de Valor, 5S, Eventos Kaisen,

Manufactura Celular y SMED, los cuales dan la base para comprender el desarrollo de la propuesta Ruiz, E., Mayorga, M., & Rau, J. (2014).

- Córdova, F., & Vargas, J. (2013) Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta (tesis de ingeniería).

Entre los beneficios a conocer, será el análisis de herramientas visuales como Andon, Jidoka, Poka Yoke, que podrán ayudar a complementar la aplicación del trabajo celular. Identificando situaciones que no agreguen valor, que ayuden a la prevención de errores, con un mayor compromiso del personal. Cordova, F., & Vargas, J. (2013).

1.7. Marco conceptual

Lean Manufacturing

Se define al Lean Manufacturing o producción ajustada, a la búsqueda del mejoramiento de los sistemas de producción, eliminando los despilfarros (desperdicio de recursos), el cual no agregan valor al producto y por ende al cliente.

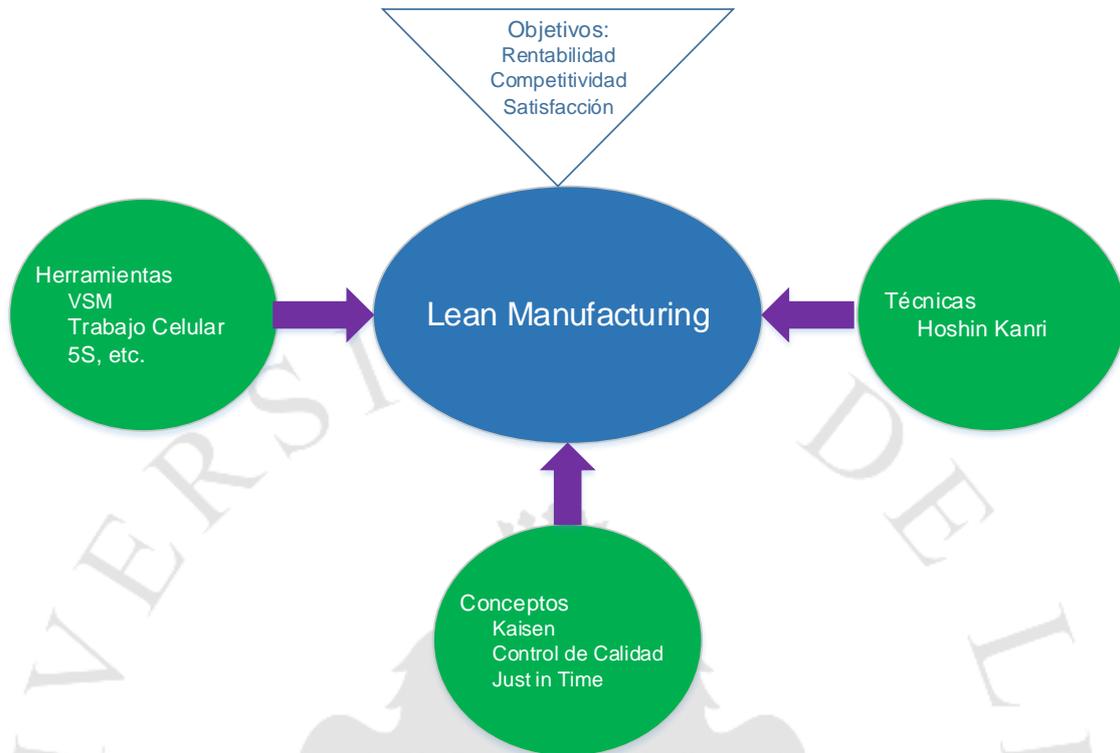
Así mismo se le puede denominar como *Toyota Production Sistem*, que surge a partir de un conjunto de herramientas inspiradas en Japón, aplicando los principios de William Edwards Deming.

Según (Rajadell, M. & Sánchez, J., 2010), la implementación del Lean Manufacturing exige entender sus conceptos, herramientas y técnicas que permitan cumplir objetivos estratégicos de rentabilidad, competitividad y satisfacción total del cliente; soportado en 3 pilares fundamentales.

La filosofía *kaisen* (el concepto de la mejora continua), el control total de la calidad en todas las actividades, y el *Just in Time*, consiste en producir los artículos necesarios en el momento preciso, en las cantidades debidas para satisfacer la demanda, en términos de flexibilidad, calidad y coste. Ver Figura 1.1.

Figura 1.1

Estructura Básica del Lean Manufacturing



Fuente Rajadell, M. & Sánchez, J., (2010)
Elaboración propia

Los grandes despilfarros en la producción

Como se mencionó el despilfarro, es todo aquello que no agrega valor al proceso productivo, de esta manera podemos clasificarlos en tres grupos llamados las 3 “Mu”, que corresponden a: Muri = Sobrecarga, Mura = Desbalance, Muda = Desperdicio. (Socconini, 2013, p. 25). Ver Figura 1.2

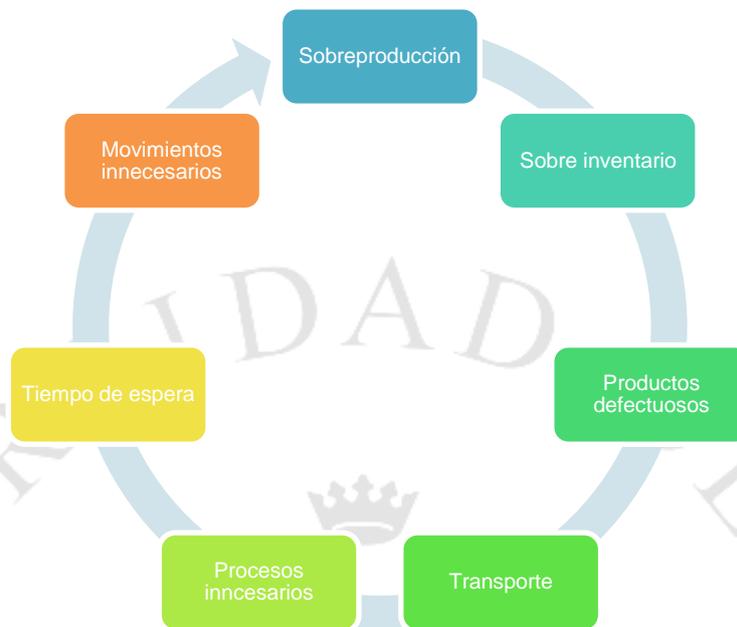
Sobrecarga o Muri, es cuando la productividad tanto en los negocios y las personas disminuye cuando están expuestos a carga de trabajo que sobrepasa su capacidad.

Desbalance o Mura, trata del desequilibrio y/o la falta de uniformidad en los procesos, como los materiales, las especificaciones, el entrenamiento, las habilidades, los métodos y las condiciones de la maquinaria; esto produce a su vez, una falta de uniformidad en los procesos.

Desperdicios o Muda, hace referencia al “exceso”. Existen siete tipos de desperdicios que afectan negativamente la productividad, que deben ser bien entendidos, detectados y eliminados de las empresas. Siendo los siguientes.

Figura 1.2

Los 7 grandes despilfarros en la Producción



Elaboración propia

1. La sobreproducción. Que es producir más de lo que se necesita. La muda, más representativa, y la que origina las demás
2. Sobre inventario. Cualquier proceso o producto que excede lo que se necesita, para satisfacer la demanda o necesidades al cliente.
3. Los productos defectuosos. Cuando existe pérdida en los recursos empleados para producir un artículo o por servicios defectuosos
4. Transporte o movimientos innecesarios. Cuando existen traslados de materiales que no apoyan directamente el sistema de producción.
5. Procesos innecesarios. Si bien podremos encontrar siempre muchos procesos bien estandarizados, estos no siempre agregan directamente valor al cliente.
6. Tiempo de espera. Relacionado con el tiempo que se pierde cuando un operador espera a que su máquina o la de algún compañero termine su trabajo, a consecuencia de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente
7. Movimientos innecesarios del trabajador. Es el traslado de personas de un punto a otro en su lugar de trabajo o en toda la empresa, debido a un *layout* mal hecho

Implementación del sistema Lean.

A pesar de no haber una metodología definitiva de cómo aplicar este sistema, se puede proponer una relación de pasos que permitirían llevarlo a cabo, siendo agrupados en cuatros partes (Rajadell, M. & Sánchez, J., 2010, p. 182). Ver Tabla 1.1.

Tabla 1.1

Pasos de implementación del Lean Manufacturing

Pasos	Detalle
Establecer una organización por producto	Construir el VSM. Aplicar las 5S: separar, ordenar, limpiar, estandarizar, y mantener la disciplina Analizar el Tack Time para los productos seleccionados. Estudiar el layout y organizar la distribución en planta considerando las grandes. Atender restricciones. Minimizar las distancias. Establecer estructura celular.
Reducir los stocks y las colas	Sincronización y balance de línea del proceso Planificación del requerimiento de materiales
Minimizar el tamaño de los lotes	Reducir los tiempos de preparación para conseguir Mejorar o mantener la capacidad del proceso. Optimizar el tamaño de los lotes de trabajo.
Establecer un ritmo constante de fabricación	Producir según el ritmo definido por el Takt Time. Evitar en la medida de los posible, los paros por averías.

Fuente: Rajadell, M. & Sánchez, J., (2010).

Elaboración propia

Value Stream Mapping Process – VSM Mapeo de la Cadena de Valor.

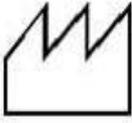
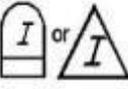
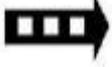
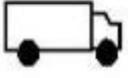
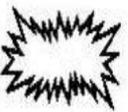
Es la representación gráfica tanto de elementos de producción e información de un proceso. Esta herramienta permite entender completamente el flujo y, principalmente, detectar las actividades que no agregan valor al proceso.

Al obtener dicha información se procede con la eliminación de estas actividades.

Para poder trabajar esta metodología se necesita elegir aquel producto que sea de interés a la planta o que cuente con la mayor cantidad de procesos, con el fin de tener un mayor entendimiento de su flujo. Siendo en la Tabla 1.2 los símbolos más utilizados.

Tabla 1.2

Simbología del VSM o Mapa de la Cadena de Valor

	Proveedor/Cliente		Caja de datos
	Representa tanto al proveedor o cliente, siendo colocado dentro del mapa. En la parte superior izquierda y derecha, indicando el flujo de información.		Contiene información importante de las operaciones. Incluye información como el tiempo de ciclo, tiempos de cambio entre lotes, disponibilidad de los equipos.
	Caja de Procesos		Inventario
	Representa un proceso, operación de un área, del cual fluye material.		Simbolizan si hay inventarios entre procesos, en el mapeo de los estados actuales se coloca la cantidad de inventario aproximado.
	Flecha de traslado		Flecha de empuje
	Movimiento de las materias primas desde los proveedores, hasta donde se fabrica, o los movimientos de embarque de productos terminados.		Empuje del material de una operación a otra, entre procesos.
	Cargamento externo		Mejora
	Transporte de materia prima o de servicio al cliente.		Sirve para señalar que en este punto ha de realizarse una mejora enfocando el uso de herramientas Lean.
	Control de Producción		Operario
	Señala el departamento de control de producción, el cual es el encargado de enviar la información necesaria para fabricar		Representa al operario en cada estación, si hay más de un operario se le coloca un número
	Información Mensual		Información Diaria
	Representa la información mensual, mayormente electrónica, la cual determina la cantidad a fabricar, o la respuesta de la empresa.		Generalmente se usa como información manual o electrónica, para la elaboración de productos, a través de órdenes de producción
	Valor Agregado y No Agregado		
	Debajo de cada operación del mapeo de la cadena de valor, se coloca los tiempos de cada operación, así como los de inventario. Los tiempos que agregan valor van en los escalones inferiores, mientras que en los superiores los que no agregan valor.		

Fuente: engineeringhelps, (2010)

Como información adicional tenemos el siguiente glosario de términos:

- TC (Tiempo de ciclo): Frecuencia con el que un proceso produce un producto completo.
- TVA (Tiempo de Valor Añadido): Tiempo exclusivo que otorga valor a la transformación de un producto

- TCP (Tiempo de cambio entre productos): Tiempo que toma el realizar un cambio de pieza.
- TIP (Tiempo de Inventario en Procesos): Tiempo en el cual el producto está en un almacén intermedio esperando a ser ingresado para pasar a la siguiente etapa de producción

Hoshin Kanri.

Es una metodología que permite asegurar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización, mediante la integración y participación del personal asegurando el alineamiento de objetivos en toda la organización, mediante su seguimiento, medición, control y mejora continua. Esta metodología es aplicada en tres niveles congruentes que incluyen:

- Nivel I, dirigido a personal operativo y supervisores
- Nivel II, dirigido a jefaturas e ingenieros de procesos; y
- Nivel III, dirigido a la alta dirección

Todos los niveles construyen sus objetivos a partir de los siguientes pilares o dimensiones de competitividad:

- Calidad
- Costos competitivos
- Desarrollo de personas
- Tiempos de respuesta.

Heijunka o Producción Nivelada.

Herramienta Lean que permite planificar, nivelar y satisfacer la demanda de los clientes durante un día o turno. “Siendo el *Heijunka* la base para implementación de un sistema *pull* en una fábrica.” (Rajadell, M. & Sánchez, J., 2010, p. 93).

El *Tack Time*, se define como el tiempo en el cual una pieza ha de producirse para satisfacer la necesidad del cliente, haciendo que los tiempos de producción de la planta se nivelen con los requerimientos de venta (ritmo de ventas), evitando así la

sobreproducción y mejorando el cumplimiento de los compromisos de venta con el óptimo uso de recursos. La aplicación del flujo de una sola pieza (OPF, *one piece flow*), se resume en la frase “*Mover uno, producir uno*”, o mover un pequeño lote de producción para fabricar un lote pequeño, implicando que no se va a producir más de lo que requiera el cliente; no obstante, la mayor barrera para lograr este flujo es la mala distribución de la planta y la velocidad variable en los procesos; hecho que requiere atenderse con una adecuada distribución.

Manufactura Celular.

La manufactura celular se puede definir como:

Un concepto de fabricación en el que la distribución de la planta se mejora de manera significativa haciendo fluir la producción ininterrumpidamente entre cada operación, reduciendo drásticamente el tiempo de respuesta, maximizando las habilidades del personal y haciendo que cada empleado realice varias operaciones. La manufactura celular consiste en agrupar máquinas y operaciones secuenciales, en las que se pueda fabricar un producto completo de principio a fin sin recurrir tanto al uso de transportes, eliminando inventarios en proceso y haciendo fluir la producción continuamente (Ramos B. & Delgado G., 2013).

CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO.

2.1. Análisis Externo de la Empresa

2.1.1. Análisis del entorno global

Para el análisis externo o macro económico en el que QROMA está girando, se realizará el análisis PESTAL. Dicha información fue obtenida de distintos medios, como revistas virtuales, así como diarios económicos, e información publicada por el estado.

Entorno Político.

Como primer aspecto el entorno político define factores o variables que influyen en la empresa y sus actividades en el futuro, siendo escogidos la estabilidad política y los programas sociales. Analizados en la siguiente Tabla 2.1.

Tabla 2.1

Variables políticas y sus efectos.

Variable: Estabilidad Política	Efecto
Según un estudio elaborado el año 2015 por el portal américa economía, durante las dos últimas décadas ha habido un periodo de estabilidad democrática y económica. Esto ha permitido que nuestra economía se desempeñe adecuadamente, mediante la promoción de la inversión, junto con la apertura comercial de 17 TLC (Tratados de Libre Comercio) y una sólida estabilidad macroeconómica.	Para las elecciones del periodo 2016 – 2021, se proyectan que sean normales y que con el nuevo gobernante no haya cambios sustanciales en la forma como se lleva la economía macro y microeconómicamente. Lo cual no afectará en el mediano plazo a la empresa
Variable: Programas sociales	Efecto
Gracias a los programas sociales, solamente el año pasado el gobierno viene financiando más de 55,000 viviendas, bajo la modalidad de techo propio, y plan mi vivienda, lo cual asciende a más de 150,000 viviendas durante este gobierno	Se mantiene el dinamismo de este sector, lo cual permite el crecimiento del área a pesar de la coyuntura actual

Fuente: Ferrero, (2015). Gestión, (2015).

Elaboración propia

Económico.

Como segundo aspecto este permitirá tener una visión de cómo QROMA está afrontando la situación económica actual, considerando en este caso el crecimiento de PBI, el crecimiento del sector y el tipo de cambio, como variables a analizar, siendo agrupados en la siguiente Tabla 2.2.

Tabla 2.2

VARIABLES ECONÓMICAS Y SUS EFECTOS.

Variable: Crecimiento del PBI	Efecto
El Banco Central de Reserva del Perú (BCR) redujo a 2.9% su previsión de crecimiento de la economía peruana para este año, desde el 3.1% que pronosticó hace algunos meses. La cifra, sin embargo, será superior al 2.4% alcanzado el año pasado. La estimación está en línea con los pronósticos de organismos y entidades financieras, tales como Cepal (2.7%), Credicorp Capital (2.8%) En tanto, el MEF estima una expansión del 2.8%	A mediano plazo, la desaceleración de la economía, puede traer el descenso de las ventas de las principales áreas en la cual se desenvuelve QROMA, ya sea el sector retail, como ferretero.
Variable: Crecimiento del sector	Efecto
Según PRODUCE el crecimiento artículos de ferretería, pinturas y abrasivos en almacenes especializados bordearían los S/ 4730 millones (US\$ 1475 millones), mostrando un crecimiento de alrededor de 5% en moneda local respecto al 2014	Este crecimiento relacionado a las ventas directas en el sector retail, lograría contrastar las pérdidas por la caída del sector construcción
Variable: Tipo de cambio	Efecto
En lo que va del año el tipo de cambio, ha variado más de 13% situándose entre valores de 3.38 – 3.50. Esto debido al fortalecimiento de la economía estadounidense.	El precio de las importaciones, harán que la producción nacional sea menos competitiva, debido al aumento del precio de los insumos que se compran en Dólares

Fuente: Semana económica, (2015). Gestión, (2015). Gestión ,(2015).

Elaboración propia

Social.

Como tercer aspecto del PESTAL, el análisis social evalúa las distintas fuerzas dentro de la sociedad y como afecta a las personas en sus decisiones de compra. Teniendo en consideración las variables de incidencia de la pobreza, y la imagen corporativa, analizados en la siguiente Tabla 2.3.

Tabla 2.3

VARIABLES SOCIALES Y SUS EFECTOS.

Variable: Incidencia en la pobreza.	Efecto
Para el año 2014, el 4,3% de la población del país se encontraba en situación de pobreza extrema, que equivale a 1 millón 325 mil personas que tenían un gasto per cápita inferior al costo de la canasta básica de alimentos. Comparando los años 2013 y 2014, la pobreza extrema disminuyó en 0,4 puntos porcentuales, lo que equivale a 107 mil personas.	Los programas sociales, entre ellos el programa JUNTOS, y el crecimiento de la economía permite tener mejores ingresos a una parte de la población, adicional a esto, distintas industrias fomentan la creación de más empleos. A esto, se fomenta la mejora de la calidad de vida, con la cual más personas tienden a mejorar sus viviendas.
Variable: Imagen Corporativa.	Efecto
QROMA tiene diferentes campañas, entre ellas “Tu fachada por una pintada” desarrollada por la agencia FCB mayo y que celebra el ‘Mes de la Pintura’ una iniciativa de la empresa que tiene en su portafolio de marcas a American Colors, Tekno, CPP, Vencedor y Fast.	Esta campaña institucional busca fomentar el pintado de las fachadas para mejorar la imagen de la ciudad. ‘Un movimiento para que todos recuperemos el saludable hábito de pintar nuestra casa.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2014). La República, (2015)
Elaboración propia

Tecnológico.

Este aspecto es relativamente importante analizarlo, dado que al ser QROMA una industria productora de bienes, su infraestructura tanto física como tecnológica es de suma importancia; analizada en la siguiente Tabla 2.4.

Tabla 2.4

VARIABLES TECNOLÓGICAS Y SUS EFECTOS.

Variable: infraestructura Física	Efecto
La aplicación del Lean Manufacturing exige tener una infraestructura adecuada, siendo que desde el año 2013 se viene aplicando un riguroso plan de renovación de la infraestructura de las diferentes plantas.	La sede de Arequipa en el año 2014 – 2015, ha visto considerables mejoras a su infraestructura, maquinaria, con la aplicación de programas de TPM, y las 5S.
Variable: infraestructura Tecnológica	Efecto
QROMA desde el año 2012, viene aplicando nuevas tecnologías a sus procesos productivos, recopilando información de sus distintas plantas a través de un solo gestor de información (OFISMART). Así mismo cuenta con alianzas estratégicas con empresas tecnológicas como Microsoft corp.	Esto permite tener licencias, y servicios adicionales, para poder reducir los tiempos de envío y recepción de documentos, y una base de datos histórica.

Fuente: QROMA, (2015)
Elaboración propia

Ambiental.

Como último aspecto tenemos el factor ambiental, en base a la legislación actual de cuidado del medio ambiente, que incluye la normativa para el correcto tratamiento de los residuos que producen, analizado en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5

Variables ambientales y sus efectos.

Variable: Normativa ambiental	Efecto
Mediante Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, se estableció los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuados, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana	De acuerdo a la promulgación de esta Ley, se tiene que garantizar el manejo responsable de sólidos y residuos peligrosos. Entre ellos pinturas, resinas, y sus derivados. Por tal motivo QROMA viene aplicando constantes mejoras e inversiones en el tratamiento, eliminación, y reducción de estos, como análisis periódicos para su seguimiento.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas del Perú, (2004).

Elaboración propia

2.1.2. Análisis del entorno competitivo y del mercado

Para el respectivo análisis, se realizó la recopilación de información de empresas que están dentro del mismo rubro, apreciando lo siguiente.

Rivalidad entre competidores

Se apreció que la rivalidad entre competidores es moderadamente intensa, que a pesar de que haya distintas marcas en el mercado; hay 3 que son las más representativas, ABRALIT, ASA, y NORTON, siendo las primeros de origen nacional, y el tercero importado.

Adicionalmente, se obtuvo el porcentaje de participación a través de recopiladores de base de datos, donde a partir del total importado en el 2015, se pudo sacar estos porcentajes. Apreciando esta información en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6

Porcentaje de participación en el mercado de lijas peruano

Empresas	Marcas	Situación	Total, comprado	% Participación
Abralit - QROMA S.A.	Abralit	Productor	S/4 293 688	47,22%
ASA - 3M	ASA	Productor	S/3 308 371	36,39%
Coroimport S.A.C.	NORTON	Importador	S/1 358 912	14,95%
Antis Representaciones	Klingspor, Dynabrade, Itexa	Importador	S/102 634	1,13%
Sawa Soluciones Industriales	Norton, Klingspor, PFERD	Importador	S/28 469	0,31%
			S/9 092 075	

Fuente: DATA TRADE, (2016)
Elaboración propia

Concluyendo, que Abralit cuenta con 47,22% de participación en el mercado junto con ASA 36,39%, son las principales empresas en este rubro, pero la marca NORTON, es también representativa, con un 14,95% de representación.

Amenaza de entrada a la industria.

Actualmente, la amenaza de entrada a la industria es de intensidad moderadamente alta, dado que existe diversidad de empresas en el sector destacado, pero solo 2 son productores, las demás son empresas netamente importadoras. Adicionalmente, analizando los gravámenes vigentes, a partir de las medidas impositivas a las mercancías de la subpartida nacional, establecidas para su ingreso al país en la fabricación de lijas y abrasivos aglomerados o de cerámica, se puede apreciar lo siguiente.

Tabla 2.7

Medidas impositivas para las mercancías establecidas para su ingreso al país

Código 2012	Designación de la mercancía	Código 2012	Designación de la mercancía
4804.31.00.10	Papeles y cartones para fabricación de lijas hasta 150g.	2513.20.00.00	Lija esmeril, corindón natural, granate natural y demás abrasivos naturales
4804.41.90.10	Para la fabricación de lijas	6804.22.00.00	De los demás abrasivos aglomerados o de cerámica
4804.51.00.20	Papeles y cartones para fabricación de lijas mayor a 150g.		
4805.91.90.20	Papeles y cartones para fabricación de lijas mayor a 150g.		

	Productor de Lijas	Importador de Lijas
Gravámenes Vigentes	Valor	Valor
Ad / Valorem	6,00%	0,00%
Impuesto Selectivo al Consumo	0,00%	0,00%
Impuesto General a las Ventas	16,00%	16,00%
Impuesto de Promoción Municipal	2,00%	2,00%
Derecho Específicos	N.A,	N.A,
Derecho Antidumping	N.A,	N.A,
Seguro	1,00%	1,75%
Sobretasa	0,00%	0,00%

Fuente: ADUANET, (2016)

Elaboración propia

Observamos que los importadores de lijas tienen ventajas arancelarias sobre los productores dado que los productores cuentan con hasta un 5,25% de impuestos adicionales a pagar frente a los importadores del producto ya elaborado, siendo el mercado más favorable a la importación de estos productos de otros países.

QROMA recupera esta desventaja con costos bajos de fabricación haciendo uso de mano de obra barata, y el mejoramiento continuo de sus procesos de producción, a través de la aplicación de herramientas de ingeniería.

Poder de negociación de los proveedores.

Es de alta intensidad para ABRALIT – QROMA. Los principales proveedores están situados en unos cuantos países, Alemania, Brasil y Corea de Sur, siendo limitada y pueden tener cierto control sobre el precio de sus productos.

Por tanto, el grado de dependencia sobre estos productores es alto, teniendo también poder sobre el precio de ciertos commodities donde su valor estará influenciado en las negociaciones pueda realizar a nivel corporativo, pudiendo QROMA obtener precios competitivos respecto a la competencia, afectando sus márgenes, pero al ser materias importadas estos son comprados en Dólares donde solo en el 2016 tuvo una apreciación de hasta 16% respecto al anterior año, el cual aumenta el poder de negociación de sus pocos proveedores.

Poder de negociación de los clientes.

Se puede dictaminar que es de una intensidad intermedia, los compradores son muy variados que abarcan muchos sectores de la industria como, mineras, automotrices,

marítimas, textiles, y del público en general, como decorativas. QROMA, mantiene contratos con grandes industrias a nivel nacional, grandes ferreteras nacionales donde por ejemplo el mercado ferretero (todos los canales de distribución) mueven más de U\$ 6.000 millones al año (mercado formal). Por ejemplo, Sodimac, facturaba más de U\$ 500 millones en ingresos al 2013. El mercado minorista se estima en un movimiento de unos U\$ 500 millones anuales al 2014 (America Economía, 2013).

De lo indicado, gran parte de la decisión final de compra es mayormente influenciada por arquitectos, maestros albañiles, ingenieros, que direccionan la compra de estos productos de acuerdo a su voluntad o apego a una marca en particular.

Amenaza de productos sustitutos.

En este caso se considera una intensidad alta, debido a que si la industria no reformula e innova en las materias primas que utiliza y reajusta o innova en sus formulaciones, estos pueden ser reemplazados por productos sustitutos, de otras materias.

Productos que abarquen más necesidades del usuario, con mayores rendimientos y mejores precios. Entre los que podemos mencionar, las esponjas abrasivas, el arenado o chorreado abrasivo que mediante la expulsión de arena a alta presión se lija en superficies de difícil acceso, y otro tipo de resinas abrasivas de sílice, entre otros.

2.2. Análisis Interno de la Empresa

2.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales

Misión.

“Ofrecer a nuestros clientes con dedicación, presencia y modernidad soluciones confiables de decoración, protección y valor agregado, maximizando la rentabilidad de cada negocio, siendo socialmente responsables, desarrollando a nuestros colaboradores y beneficiando a nuestros accionistas.”

Se puede apreciar, que QROMA basa su misión en tres mercados, decoración general tanto de interiores como en exteriores, la protección de maquinarias u otro tipo

de objetos, y líneas especializadas que necesitan usar sus productos para otorgarle un valor agregado. Enfocándose en la maximización de sus costos con un claro enfoque social, y de generar beneficios a sus accionistas.

Visión.

“Ser la empresa de pinturas referente en la región latinoamericana, a través del liderazgo en ventas y rentabilidad.”

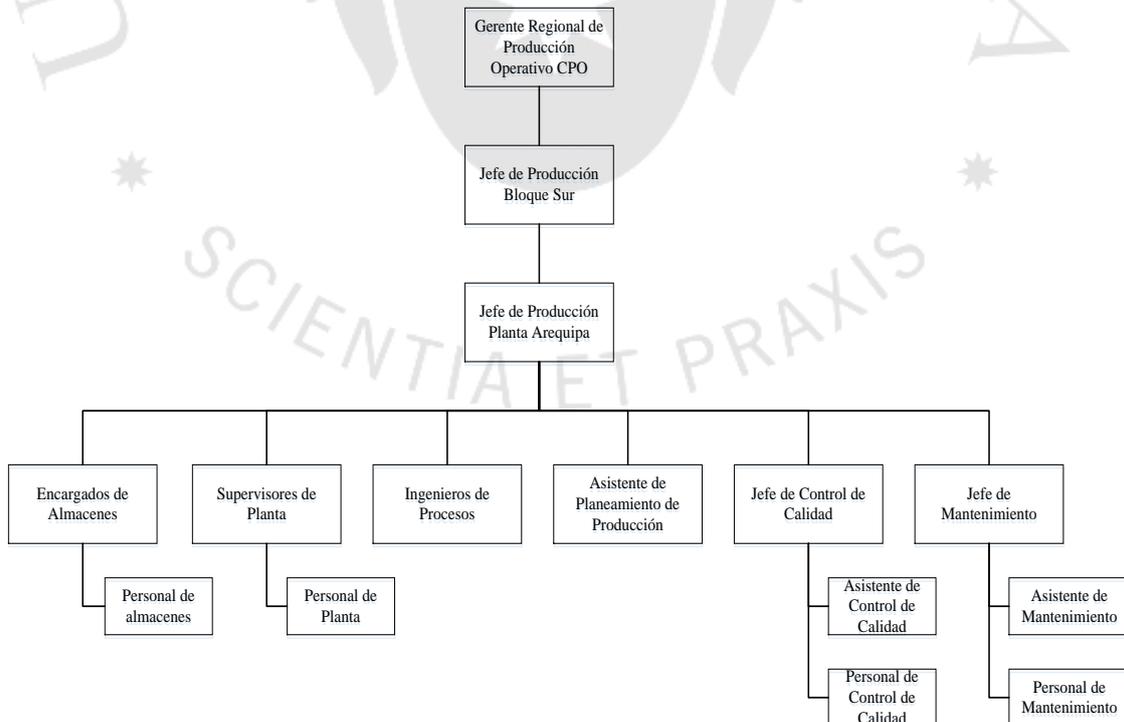
La visión de QROMA, la enfoca en que dentro del rubro de pinturas ser la más importante en el mercado latinoamericano a partir del porcentaje de mercado y su rentabilidad de producción.

2.2.2. Análisis de la organización y estructura organizacional

En QROMA cada planta tiene una estructura organizacional, de esta manera se presenta el organigrama del área de Producción de la Planta de QROMA sede Arequipa de la sección Producción, debido al alcance de la investigación. Ver Figura 2.1.

Figura 2.1

Organigrama de la Planta de Lijas



Fuente: QROMA, (2015)

2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves

Al haber dos plantas en QROMA sede Arequipa, se elegirá la planta de Lijas, dado que es económicamente la más representativa. Siendo los procesos clave para la producción de Hojas de Lijas, los siguientes:

Apresto

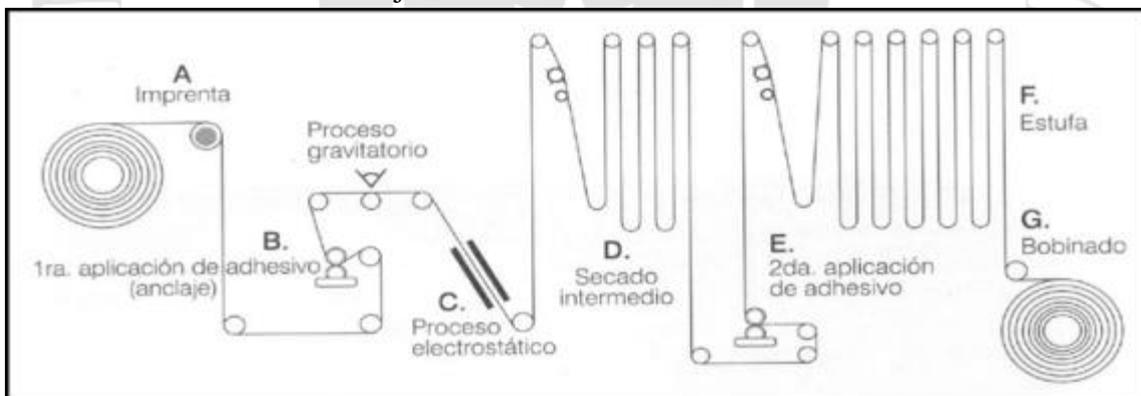
La fabricación de lija, consiste en aprestar un lado de la tela para evitar que se pase el adhesivo al otro lado y pre-encolar las bobinas de tela con el objetivo que el grano esté más uniforme al momento que se adhiera, se le agrega otros adhesivos con el objeto de dejar la tela lisa y sin ninguna irregularidad, para poder aplicar el grano.

Fabricación

El proceso de fabricación cuenta con diferentes etapas, por tal motivo se muestra gráficamente en la Figura 2.2 sus diferentes operaciones secundarias.

Figura 2.2

Proceso de Fabricación de Lija



Fuente: QROMA, (2014)

Impresión (A), es donde comienza el proceso de fabricación, el respaldo de la tela con la identificación de marca y tipo de producto es impreso es impresa.

Aplicación de la primera capa de adhesivo (B), se aplica una primera capa de adhesivo al lado de la tela donde irá el grano abrasivo.

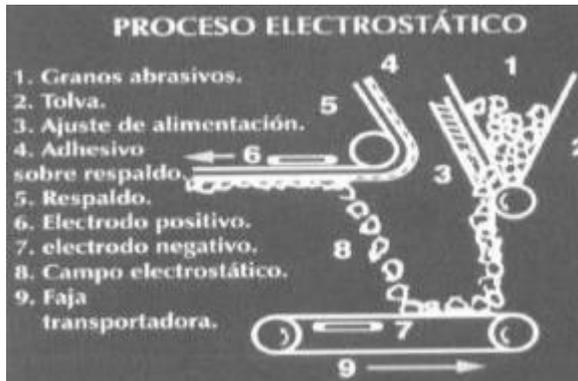
Distribución del grano abrasivo (C), se efectúa la aplicación del grano abrasivo.

Existen dos sistemas para fijar el grano abrasivo al respaldo:

- Gravitatorio: Los granos por gravedad caen libremente sobre el respaldo con adhesivo. Ver Figura 2.3.

Figura 2.3

Proceso Electrostático

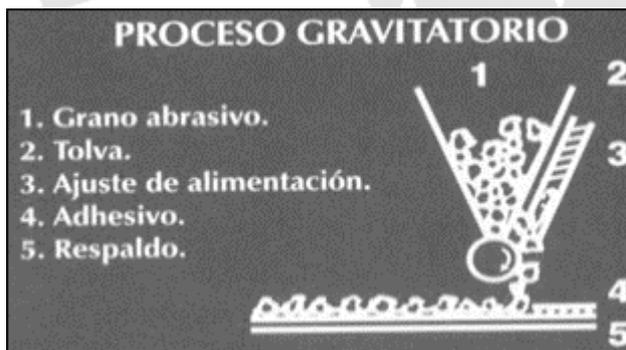


Fuente: QROMA, (2014)

- Electrostático: Los granos abrasivos atraviesan un campo electrostático y son impulsados de abajo hacia arriba contra la cara del respaldo con adhesivo. Permitiendo una mejor distribución de granos, adheridos con las puntas con superficie cortante y mejor eficiencia al producto. Ver Figura 2.4.

Figura 2.4

Proceso Gravitatorio



Fuente: QROMA, (2014)

Secado del primer adhesivo (D), el grano abrasivo se adhiere al respaldo luego de pasar por un secado intermedio.

Aplicación de la segunda capa de adhesivo (E), es para dar una mayor eficiencia al producto final.

Secado de la segunda capa de adhesivo (F), consiste en un sistema controlado de secado y tratamiento por temperatura de adhesivo.

Bobinado del producto (G), se enrolla en bobinas el producto, para ser trasladado al proceso de curado.

Conversión

Es el acondicionamiento y corte de las bobinas a tamaños comerciales, para su presentación, teniendo las siguientes operaciones:

El flexionado, se da a través de una máquina, que flexibiliza mecánicamente y de distintas maneras la bobina para que el producto final se adapte a las formas que pueda tener una pieza de trabajo y por extensión provean una acción continua de lijado a través su uso útil, quiebra el adhesivo en forma controlada, de forma que puede desprender los granos gastados. Se tiene distintas formas de flexionado entre ellas flexionado simple, doble y triple. Luego, procede el corte del rollo, donde las lijas en bobinas grandes y ya flexionadas, se cortan verticalmente dimensiones comerciales.

Finalmente se corta las hojas, horizontalmente, para obtener la presentación final de la lija en hojas. La dimensión más conocida de 9''x11'' (ancho x largo). Es empaquetado cada 25 o 50 hojas y embalado cada 5 o más paquetitos manualmente. En las Tablas 2.8 y 2.9 se muestra los tipos de productos fabricados, y su granulometría.

Tabla 2.8

Productos fabricados Planta Lijas

Tipo de Lija	Grano Abrasivo	Tipo de Respaldo	Usos
Lija para metal	Oxido de Aluminio	Tela	Los usos son para lijado y pulido de metales y maderas, remoción de óxidos, incrustaciones, lijado de rebabas, masillas, bronce, aluminio, limpieza y mantenimiento de toda superficie metálica.
Lija al agua	Oxido de Aluminio y Carburo de Silicio	Tela	Oxido de Aluminio y Carburo de Silicio, repintados automotrices. Lijado en húmedo con agua, kerosene, aceites y otros lubricantes.
Lija para madera	Granate	Papel liviano y semipesado	Lijado en todo tipo de maderas, ebanistería y carpintería en general.
Multilija	Oxido de Aluminio	Tela	Producto diseñado para usos variados tanto en metales y maderas, masillas, barnices, Lijados en seco y húmedo (agua, kerosene y otros lubricantes).

Fuente: QROMA, (2015)
Elaboración propia

Tabla 2.9

Granulometría según tipo de Lija

Producto	Granulometría													
	40	50	60	80	100	120	150	180	220	240	280	320	360	400
Lija Para Metal	X	X	X	X	X	X	X							
Lija al Agua				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lija para Madera	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Multilija	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Fuente: QROMA, (2015)

Elaboración propia

Como información complementaria, se cuenta con el Diagrama de Operaciones de Procesos para la producción de Lijas para Metal. Ver Figura 2.5.

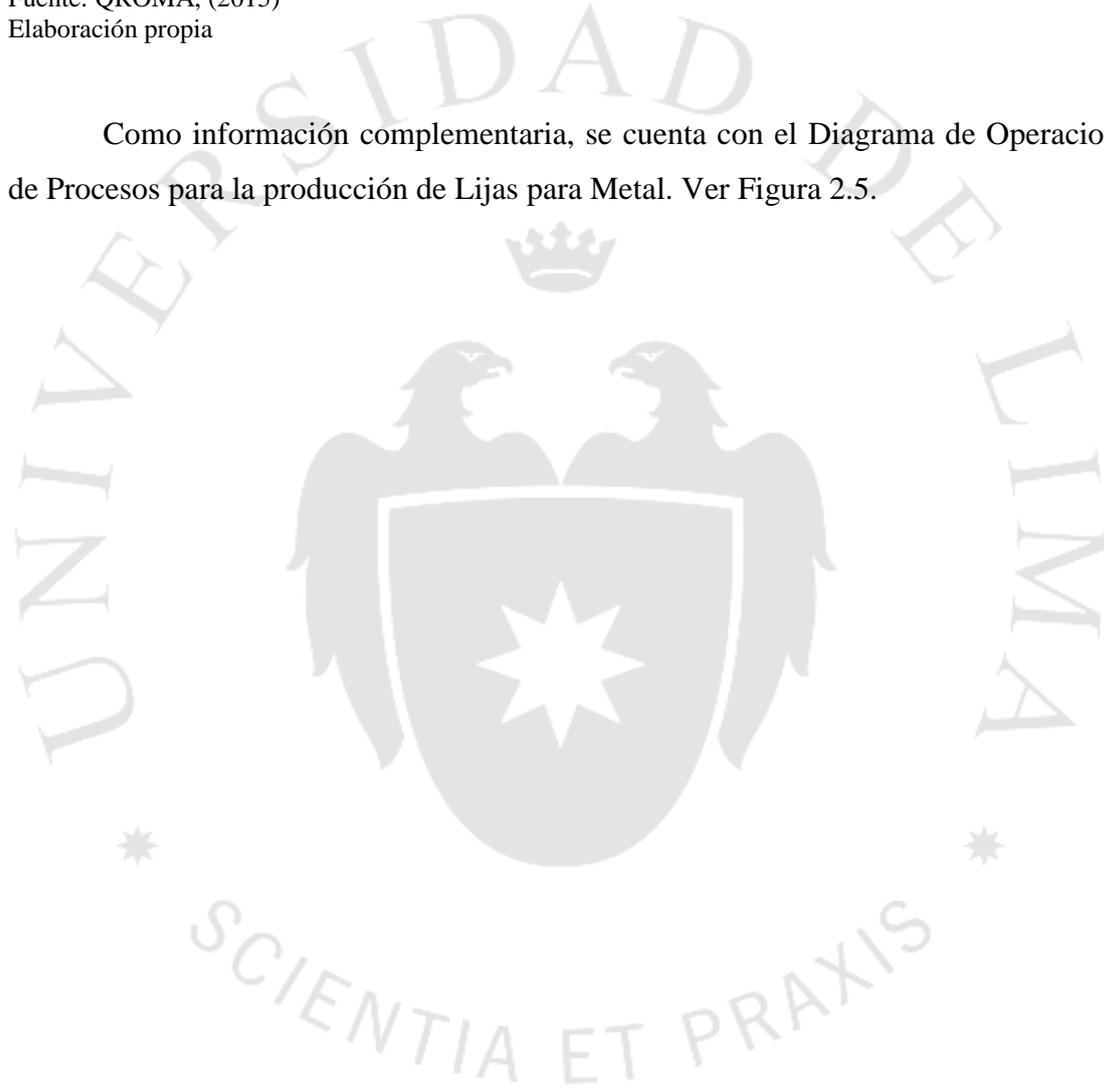
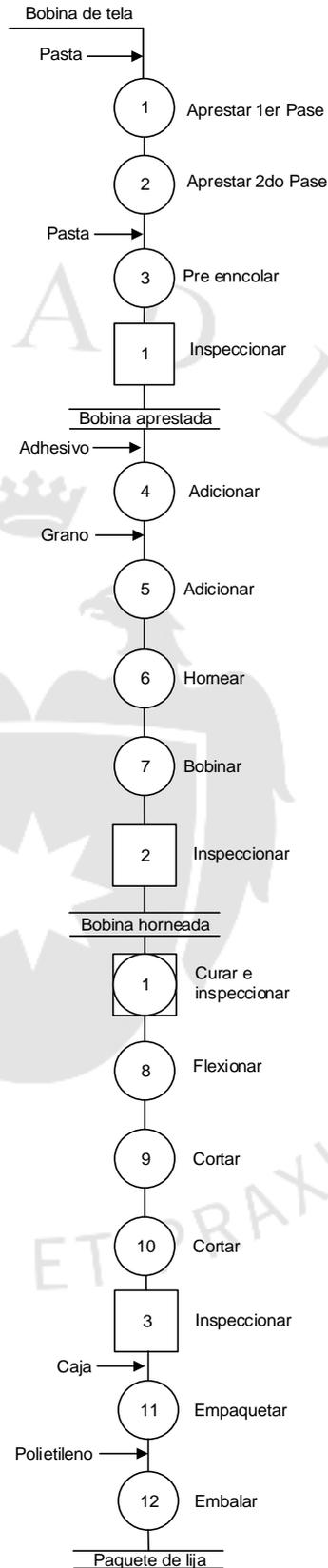


Figura 2.5

Diagrama de Operaciones del Proceso para la fabricación de Lijas para Metal



	OPERACIONES	12
	CONTROLES	2
	OPERACIONES COMBINADAS	1
TOTAL		15

Fuente: QROMA, (2015)
Elaboración propia

2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos)

Hoshin Kanri Planta Lijas.

Las distintas plantas de QROMA están alineadas a la metodología del Lean Manufacturing, que evalúa y hace un seguimiento a las metas anuales de la organización a través del Hoshin Kanri, incorporando la mejora continua, replanteando objetivos y metas, que mide en los indicadores correspondientes.

En QROMA, el Hoshin Kanri se aplica por niveles, siendo el primer nivel el que corresponde a personal operativo y supervisores, el segundo nivel a las jefaturas de planta e ingenieros de procesos, y finalmente el tercer nivel de gerencias

A fin de lograr que cada nivel debe estar alineado con los objetivos estratégicos de la empresa. Para esta investigación se usará el Hoshin Kanri Nivel 2 – Jefaturas de planta Lijas e Ingenieros de Procesos, que cuenta con cuatro pilares estratégicos: La calidad del producto, Costo Competitivo, Desarrollo y crecimiento del personal de los colaboradores y Tiempos de Fabricación. Pudiendo apreciarlos en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10

Estrategias generales Pilares de Hoshin Kanri Planta Lijas

Pilar	Objetivo
Calidad de productos	Obtener altos niveles de Calidad en los productos.
Costos competitivos	Análisis y Reducción de los Costos Operativos.
Desarrollo y crecimiento de personas	Implementar un cambio en la Cultura Organizacional.
Tiempos de operación	Mantener altos niveles de servicio y entrega de los productos.

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Cada año se piden metas a obtener, las cuales tienen un rango de seguimiento entre valores del 70% a 125% al valor actual, siendo el valor base el 100% y el ideal por encima de este. Previamente, se explicará en forma de cuadros el Hoshin Kanri de la planta del año 2015, siendo ideado en base a estrategias en las siguientes tablas. Cabe mencionar que, si hay tablas sin metas propuestas, es debido a que recién se comenzó a evaluar estos valores, para posteriormente poder tomar decisiones acerca de estas.

Evaluación de la calidad.

Este pilar se basa en la evaluación de los estándares de calidad que deben tener nuestros productos, para lograr competitividad frente a la competencia y tener al cliente satisfecho. La estrategia principal de este pilar es mejorar las características de calidad de las lijas, teniendo como tácticas revisar los estándares de calidad (parámetros y rangos) de acuerdo a lo que valora el cliente, estandarizar y mantener características de los procesos para lograr los niveles de calidad requeridos. En este sentido se muestra el Hoshin Kanri de costos Calidad de Productos. Ver tabla 2.11.

Tabla 2.11

Hoshin Kanri planta Lijas

Calidad de los productos

Calidad de productos						
Responsable	Dato/ Ratio/ Indicador	Tendencia	Valor actual	Meta 2015		
				70%	100%	125%
Ing. Procesos	% Unidades Reclamadas / Total Unidades fabricadas	↓	0,40%	0,18%	0,08%	0,00%
	N° de unidades reclamadas	↓	-	-	-	-
	% Metros fuera estándar / Total Metros fabricados	↓	9,35%	1,95%	1,50%	1,13%
	% Metros fuera estándar / Total Metros fabricados de Productos Posiblemente No Conformes	↓	-	-	-	-
	% Metros fuera estándar / Total Metros fabricados de Productos No Conformes	↓	-	-	-	-
	% Metros Reprocesados / Total Metros fabricados	↓	1,50%	1,95%	1,50%	1,13%
	Estudios de Trabajo realizados	↑	-	1	2	2
Puntaje: 40						

Fuente: QROMA, (2015)

Elaboración propia

Costo competitivo.

Tiene la labor de hacer seguimiento a los costos principales de producción, con el fin de tener un control adecuado de gastos, siendo conveniente proponer el seguimiento al consumo de electricidad, por área (Apresto, Fabricación, Conversión).

La estrategia principal de este pilar es reducir los costos operativos de la planta Lijas, teniendo como táctica principal reducir los costos en consumo de electricidad. Siendo elaborado el Hoshin Kanri de Costos Competitivos en la tabla 2.12. Cabe mencionar, que estos indicadores al ser nuevos y no tener históricos, después de un periodo de tiempo se evaluará que metas colocarle.

Tabla 2.12

Hoshin Kanri planta Lijas

Costo Competitivo

Costo Competitivo						
Responsable	Dato/ Ratio/ Indicador	Tendencia	Valor actual	Meta 2015		
				70%	100%	125%
Jefe de Planta	Disminución gastos controlables en la planta. (Cintas)	↓	-	-	-	-
	Consumo de electricidad en KW/Hoja de Apresto:	↓	-	-	-	-
	Consumo de electricidad en KW/Hoja Fabricación	↓			-	
	Consumo de electricidad en KW/Hoja de Conversión	↓				
	Consumo de electricidad en Soles de Lijas	↓	-	-	-	-
Puntaje: 10						

Fuente: QROMA, (2015)

Elaboración propia

Desarrollo y crecimiento del personal de los colaboradores

Este pilar es el más importante para QROMA, ya que permite evaluar el desempeño del personal y como lo van aplicando las distintas herramientas de ingeniería propuestas.

Su estrategia principal es desarrollar procesos de mejora continua de la planta Lijas, teniendo como tácticas principales aplicar auditorías semanales de 5S a las áreas designadas de la Planta Lijas, reducción de accidentes e incidentes, desarrollar el plan de “Solución de Problemas” y evaluar la satisfacción cliente interno. Ver tabla 2.13.

Tabla 2.13

Hoshin Kanri planta Lijas

Desarrollo y crecimiento del personal de los colaboradores

Desarrollo y Crecimiento personal de los colaboradores						
Responsable	Dato/ Ratio/ Indicador	Tendencia	Valor actual	Meta 2015		
				70%	100%	125%
Jefe de Planta	% de Implementación de 5S en la Planta Lijas	↑	87,67%	80%	85%	90%
	% De Implementación de 5S en Apresto	↑	-			
	% De Implementación de 5S en Fabricación	↑	-			
	% De Implementación de 5S en Conversión	↑	-			
	Nº Accidentes	↓	1	2	1	0
	Nº Incidentes	↓	0	2	1	0
	Problemas Solucionados	↑	0	2	3	4
Encuesta	↑	56,66%	75%	80%	85%	
Puntaje :20						

Fuente: QROMA, (2015)

Elaboración propia

Actualmente QROMA Sede Arequipa se encuentra en la 3S (Limpieza), a puertas de la 4S (Estandarización), por tal motivo como indicador adicional propongo, el indicador de “Problemas Solucionados”, permitirá la intervención de los colaboradores para debatir y brindar soluciones a problemas con sus puestos de trabajo.

Tiempos de Fabricación.

Este pilar permite hacer seguimiento a los distintos indicadores de producción, entre ellos OEE, Productividad, Lead Time, disponibilidad de maquinaria, entre otros.

La estrategia principal de este pilar es Implementar el nuevo modelo de producción basado en Lean Six Sigma usando herramientas Lean, como el mapeo de la cadena de valor presente y futuro (VSM), trabajo celular, sistema de producción nivelada y producción pull. Ver Tabla 2.14.

Tabla 2.14

Hoshin Kanri planta Lijas

Tiempos de Fabricación

Tiempos de fabricación						
Responsable	Dato/ Ratio/ Indicador	Tendencia	Valor actual	Meta 2015		
				70%	100%	125%
Ing. Procesos	OEE Planta	↑	72,80%	77,83%	80,00%	81,81%
	Productividad Apresto (m/min disp.)	↑	4,08	4,73	5	5,23
	Productividad Fabricación (m/min disp.)	↑	12,66	9,45	13,5	13,71
	Productividad Conversión Granos - Gruesos (Hojas/min disp.)	↑	32,88	27	31,18	34,18
	Productividad Conversión Granos - Finos (Hojas/min disp.)	↑		35,63	37,63	39,63
	Lead Time Apresto	↓	6,4		6	
	Lead Time Fabricación	↓	6,5		5	
	Lead Time Conversión (Hojas)	↓	10,6		10	
Jefes de Área	% Horas de Equipo. Disponible	↑	90,00%	95,00%	98,00%	100,00%
Puntaje: 30						

Fuente: QROMA, (2015)

Elaboración propia

Tablero de Resultados (Box Score) Planta Lijas

El seguimiento de los indicadores de la planta es a través del tablero del Box Score, el cual se evalúa semanal y mensualmente. Con colores que miden su seguimiento, color rojo (debajo de la meta), amarillo (cerca de la meta), y verde (encima de la meta). Ver Tabla 2.15.

Tabla 2.15

Box Score Planta Lijas

BOX SCORE		Zona	Objetivo			Cuatrimestre I	Cuatrimestre II	Cuatrimestre III
			70%	100%	125%			
Calidad de Productos	N° de unidades reclamadas	CON				0	0	0
	% Metros fuera estándar / Total Metros fabricados	FAB	1,95%	1,50%	1,13%	2,11%	2,01%	3,31%
	% Metros Reprocesados / Total Metros fabricados	Lijas	1,95%	1,50%	1,13%	0,00%	0,00%	0,06%
	Estudios de Trabajo realizados	Lijas	1,00	2,00	2,00	1	1	4
Costo Competitivo	Disminuir consumo cintas (unidades)	Lijas				138	138	59
	Consumo de Electricidad (KW)	APR				997	1210	560
		FAB				3215	3901	1806
		CON				1184	1436	665
Consumo de Electricidad (S/)	Lijas				12517,20	14365,46	12968,14	
Desarrollo y Crecimiento	Evaluación 5S	Lijas				72,12%	73,26%	78,82%
		APR	80,00 %	85,00 %	90,00 %	68,41%	68,83%	79,44%
		FAB				74,08%	72,11%	74,48%
		CON				72,65%	77,53%	83,23%
	N° Accidentes		2,00	1,00	0,00	0	0	0
	N° Incidentes					.	1	1
	Problemas Solucionados	Lijas	2,00	3,00	4,00	3	3	3
Encuesta Cliente Interno		75,0%	80,0%	85,0%	77,98%	81,25%	82,55%	
Tiempos de fabricación	OEE Planta	FAB	77,83 %	80,00 %	81,81 %	75,70%	74,97%	67,64%
	Productividad Apresto		3,90	4,25	4,60	4,54	4,59	4,58
		Lijas	9,45	13,50	13,71	12,89	12,80	12,35
	Productividad de Conversión		27,00	31,18	34,18	33,88	31,76	33,05
		Lijas	35,63	37,63	39,63	34,99	37,30	38,20
	Lead Time de Apresto (Días)	APR		6,00		7,73	4,46	5,80
	Lead Time de Fabricación (Días)	FAB		5,00		5,47	4,48	4,98
Lead Time de Conversión (Días)	CON		10,00		9,45	12,25	10,38	

Fuente: QROMA, (2015)

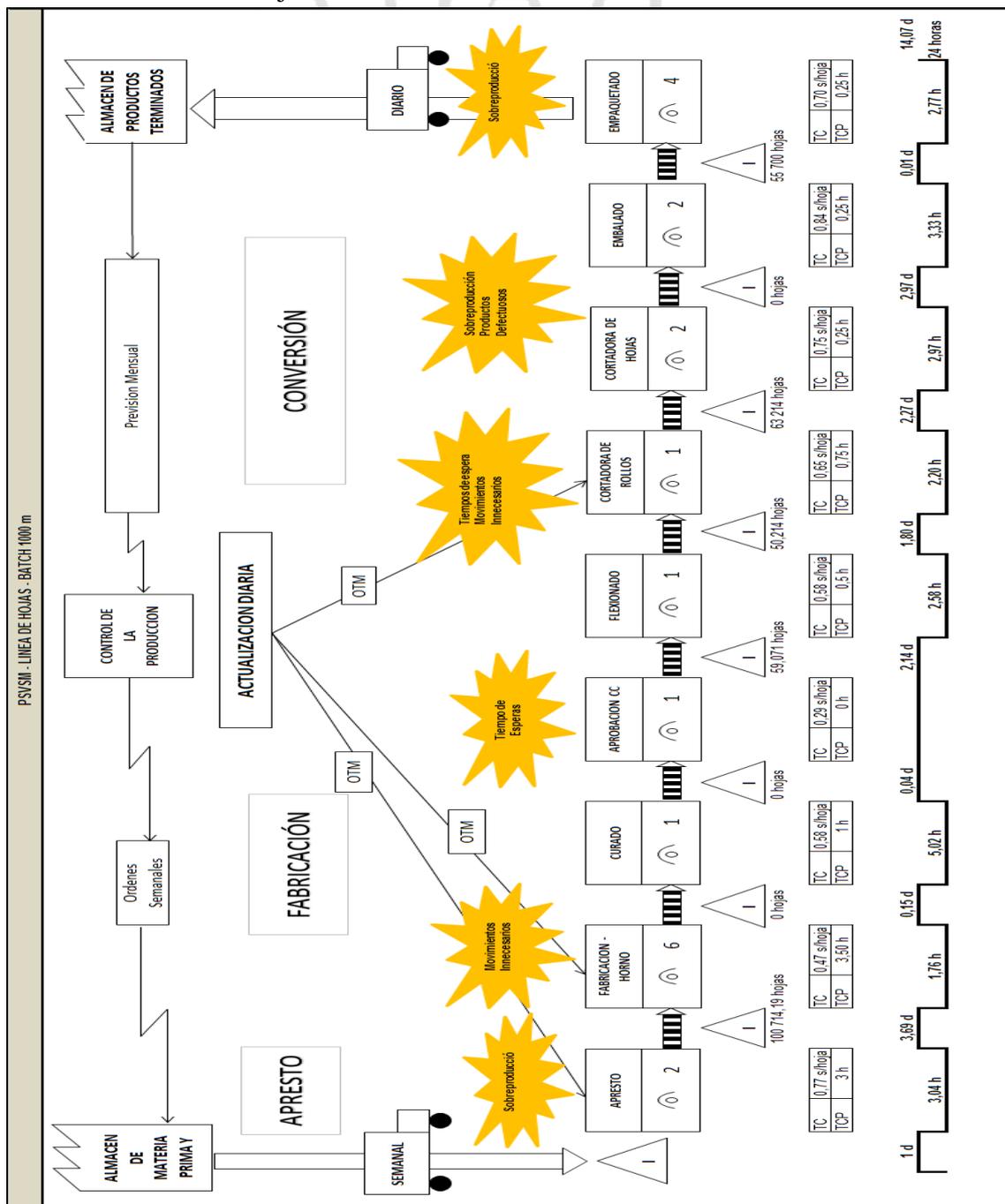
Elaboración propia

2.2.5. Determinación de posibles oportunidades de mejora

Se representó a través del VSM (Value Stream Mapping) o Mapeo de la Cadena Valor de la planta lijas su situación actual, ver Figura 2.6, donde mediante el cálculo de un Batch de 1 000 metros de lija, se obtuvo los tiempos que agregan y no agregan valor a la producción, para luego determinar que oportunidades de mejora se pueden aplicar, haciendo uso de un análisis de *Mudas* que se están produciendo.

Figura 2.6

VSM Presente Planta Lijas.



Fuente: QROMA, (2015)

Obteniendo los siguientes resultados. Ver Tabla 2.16.

Tabla 2.16

Resultados VSM actual en la Planta Lijas Batch de 1 000 metros

Determinación del Lead Time Planta Lijas	
Tiempo de actividades que no agregan valor (NVA)	14,07 d
Tiempo de actividades que agregan valor (VA)	0,99 d
Lead Time	15,05 d
% del tiempo de actividades que agregan valor (% VA)	6,55%

Fuente: QROMA, (2015)

Elaboración propia

Concluyendo que el 6,55% del tiempo total de producción agrega valor, teniendo un Lead Time de 15,05 días, para producir un lote de 1000 metros de lija. Así mismo dentro del VSM se encontraron distintos despilfarros, que podrán ser solucionados aplicando mejoras en forma de *Kaisen*.

2.2.6. Selección del sistema o proceso a mejorar

Para la selección del sistema a mejorar se tomó en cuenta las distintas herramientas ya mencionadas. Del VSM Presente se obtiene el valor del Lead Time por área, que es la sumatoria del NVA y VA. Adicionalmente, estos valores se comparan con el Lead Time del Box Score, para finalmente utilizar un análisis de causas de Pareto y seleccionar las áreas o los procesos a mejorar. El área de conversión se puede apreciar que es la más representativa del VSM dado que es la que más días no aporta a la producción. Siendo mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 2.17

Resultados VSM Presente Conversión

Lead Time Almacén de MP		Lead Time Apresto		Lead Time Fabricación		Lead Time Conversión	
NVA	1 d	NVA	3,69 d	NVA	2,33 d	NVA	7,05 d
VA	0 d	VA	0,13 d	VA	0,28 d	VA	0,58 d
LT	1 d	LT	3,81 d	LT	2,61 d	LT	7,63 d

Fuente: QROMA, (2015)

Elaboración propia

Pudiendo observar que el área de conversión ocupa 7,63 días ser concluido, de los cuales, 7,05 días no agregan valor, siendo mucho mayor comprándolo con las otras áreas.

Así mismo utilizamos los valores Recuperados del seguimiento del Lead Time del Box Score, para complementar la información anterior.

Tabla 2.18

Lead Time planta Lijas

Box Score		Zona	%L	%001	%521	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tiempos de fabricación	Lead Time de Fabricación de Apresto (Días)	Apresto		6		7.50	13.00	4.81	5.61	4.39	4.23	5.89	3.33	9.63	3.67	5.75	4.17
	Lead Time de Fabricación de área Fabricación" (Días)	Fabricación		5			6.00	5.00	5.40	4.00	4.00	4.73	5.18	7.42	3.87	4.66	3.99
	Lead Time de Fabricación Conversión (Días)	Conversión		10		8.86		9.00	10.50	12.50	13.50	12.50	10.50	9.95	9.70	10.56	11.30

Fuente: QROMA, (2015)

EL promedio de Lead Time de conversión es de 10,81 días, con una desviación estándar de 1,50 días, su valor meta es de 10 días, siendo mayor con los valores meta de 6 días para Apresto y 5 de Fabricación, la diferencia de los valores entre el VSM y el Box Score, es debido ante todo a temas del manejo administrativos de los lotes de producción por parte de los supervisores y/o la jefatura de producción.

Concluyendo que Conversión es el área crítica de Lijas y que necesita mejorar.

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO.

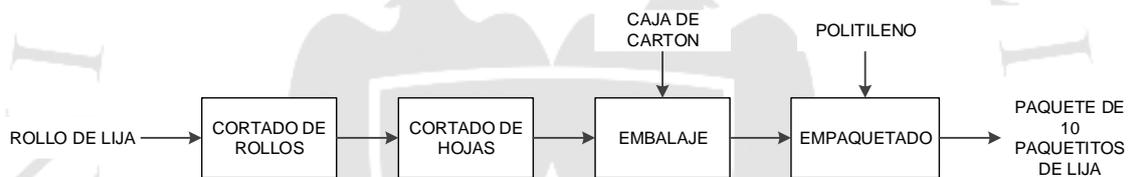
3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio

3.1.1. Caracterización detallada del sistema o proceso objeto de estudio

A partir de los resultados del Capítulo 2, se procede a profundizar el estudio del área seleccionada. En la Tabla 3.1 se muestra el Diagrama de Bloques del Área de Conversión.

Tabla 3.1

Diagrama de Bloques del Área de Conversión



Fuente: QROMA, (2016)
Elaboración propia

Esta información, es complementada con información técnica y descriptiva del proceso de cada máquina del área de conversión. Ver Tabla 3.2.

Tabla 3.2

Hoja Técnica Máquina Flexionado

Flexionado - Conversión	
Tiempo Total	480 min
Pausas diarias	15 min
Número de Maquinas por turno	1 máquina
Tiempo disponible en minutos	465 min
Producción en Flexionado	2 850 m/d
Disponibilidad de la máquina	95,0%
Tiempo disponible	26 505 s/d
Producción de Hojas de Curado	40 714 hojas/día
Número de Personas	1

Fuente: QROMA, (2016)
Elaboración propia

En la máquina de Cortadora de Rollos, se cortan las hojas en forma vertical en rollos a un ancho de 9". Ver Tabla 3.3.

Tabla 3.3

Hoja Técnica Máquina Cortadora de Rollos

Cortadora de Rollos – Conversión	
Tiempo Total	480 min
Pausas diarias	15 min
Número de Maquinas por turno	1 maquina
Tiempo disponible en minutos	465 min
Producción en Cortado de Rollos	3 370 m/d
Disponibilidad de la máquina	96,0%
Tiempo disponible	26 784 s/d
Producción de Cortadora de Rollos	48 214 hojas/turno
Número de Personas	2

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

La Máquina Cortadora de Hojas, hace cortes verticales de 11" de largo, para tener una hoja de 9x11. Esta área cuenta con 2 máquinas. Ver Tabla 3.4.

Tabla 3.4

Hoja Técnica Máquina Cortadora de Hojas

Cortadora de Hojas – Conversión	
Tiempo Total	480 min
Pausas diarias	15 min
Número de Maquinas por turno	2 máquina
Tiempo disponible en minutos	465 min
Disponibilidad de la máquina	89 %
Tiempo disponible	24 831s/d
Producción de Cortadora de Hojas	16 610 hojas/turno-máquina
	49 828,50 hojas/día-máquina
Número de Personas	2

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Después del cortado en forma de hoja, se procede con el empaque, que es realizado manualmente, en paquetitos de 25 o 50 hojas, Ver Tabla 3.5.

Tabla 3.5

Hoja Técnica Embalaje

Embalaje – Conversión	
Tiempo Total	480 min
Pausas diarias	15 min
Tiempo disponible en minutos	465 min
Producción en paquetes de hojas	1 130 paquetitos/d
Tiempo disponible	27 900 s/d
Producción de Hojas en Embalaje	53 325 hojas/d
Número de Personas	2

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Finalmente, los paquetitos son agrupados en grupos de 10 para formar un paquete, donde se usa enzunche para amarrarlos y plástico para agruparlos. Ver Tabla 3.6.

Tabla 3.6

Hoja Técnica Empaque

Empaque – Conversión	
Tiempo Total	480 min
Pausas diarias	15 min
Tiempo disponible en minutos	465 min
Producción en paquetes de hojas	800 paquetes/d
Tiempo disponible	27 900 s/d
Producción de Hojas en empaque	40 000 hojas/día
Número de Personas	8

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos)

Para el análisis de indicadores específicos, tenemos valores representativos del VSM Presente, así como de valores del Box Score. Siendo los siguientes:

Tabla 3.7

Resultados VSM Presente Conversión

Lead Time Conversión	
NVA	7,05 d
VA	0,58 d
LT	7,63 d

Fuente: QROMA, (2015)

Elaboración propia

Del VSM presente se obtiene un Lead Time de 7,63 días, Así mismo, se tienen indicadores de tiempos de fabricación sacados del Box Score. Ver Tabla 3.8.

Tabla 3.8

Indicadores Conversión planta Lijas

Indicadores del BOX SCORE	Zona	Objetivo			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
		27,00	31,18	34,18	35,31	34,81	36,25	29,14	32,50	32,66	30,76	31,13	33,12	32,81	32,31	33,96
Productividad de Conversión (unidad/minuto)	Grano Grueso	35,63	37,63	39,63	35,31	34,81	36,25	33,59	36,89	37,79	37,53	37,00	37,50	37,06	40,74	37,52
	Grano Fino	10,00	10,00	10,00	8,86	9,00	10,50	12,50	13,50	12,50	10,50	9,95	9,70	10,56	11,30	
Lead Time de Conversión (días)	Conversión															

Fuente: QROMA, (2015)

El lead time promedio mensual del área de conversión es de 10,81 días, existiendo diferencia en los valores de Lead Time del VSM y del Box Score, debido a los ingresos y conclusión de los lotes por supervisión y/o la jefatura de producción. En el área de empaque se realizó un estudio de tiempos para calcular la cantidad de paquetes por hora. Ver Tabla 3.9.

Tabla 3.9

Estudio de Tiempos Área de Empaque de Hojas

Hora	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
08:00-09:00	4:5	4:53	5:4	5:15	4:45	4:4	4:12	4:52	4:22	4:12
09:00-10:00	4:25	4:22	4:35	5:14	5:45	5:00	4:08	4:12	4:18	4:16
14:00-15:00	4:12	5:45	4:55	4:1	4:65	4:28	4:44	4:3	4:05	4:14

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

El estudio fue realizado cuando el operario armó grupos de 10 paquetes con 5 paquetitos cada uno, con un tiempo estándar de 4:48 minutos/paquete, con un margen o porcentaje de tolerancia de 14%, y con un factor de valoración promedio de 0%.

3.2. Determinación de las causas raíz de los problemas hallados

3.2.1. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa.

Para la identificación de fortalezas y debilidades de la empresa, se tomará información obtenida In Situ de la entrevista al Jefe de Producción y de Logística de la Planta Lijas.

La Tabla 3.10 junta la información recopilada con la última reunión de Nivel 2 (Jefaturas e Ingenieros), quienes analizaron la situación de la planta a esa fecha, realizada

en el mes de diciembre del 2015. El análisis será enfocado al solo sistema escogido (Conversión).

Tabla 3.10

Fortalezas y Debilidades de la empresa en relación al área de conversión

Fortalezas	Debilidades
Equipo multidisciplinario con experiencia. Disponibilidad de planta para realizar pruebas de Desarrollo del producto. Disponibilidad del personal de las diferentes áreas. (Arequipa). Facilidad de cambios rápidos de producción. Mantenimientos preventivos funcionando correctamente.	Productos con deficiencias no encontradas son mandadas el público. Tecnología inadecuada. (Maquinaria obsoleta) por poca inversión. Presentación poco atractiva Personal fatigado en los turnos de la mañana. Largos tiempos de producción. Limitaciones en Capacidad de Planta (Maquinaria).

Fuente: QROMA, (2014)

Elaboración propia

3.2.2. Análisis de los factores que influyen favoreciendo o limitando los resultados actuales

A partir del análisis de *Mudas* obtenidas del VSM Presente, se determinan diferentes causas que están generando estos problemas. Ver Tabla 3.11.

Tabla 3.11

Hoja de Identificación del desperdicio

HOJA DE IDENTIFICACIÓN DEL DESPERDICIO			
MUDAS	Causa (Oportunidades de mejora)	Efecto	OBSERVACIONES
Sobre producción	Desbalance de la línea de producción	Demora en la atención de pedidos Sobrecostos Anulación de pedidos Frecuentes demoras	Exceso de producción en cortadora de hojas Gran cantidad de paquetes en embalaje (poca capacidad respecto del cuello de botella)
	Falta de apego al programa de producción		
	Frecuentes pedidos de urgencia		
	Inadecuado Plan de Producción		
Demora en el flujo de producción	Demora de aprobación de Control de Calidad	Demora el despacho del producto	Cortadora de Hojas
Defectos de producción	Inadecuado mantenimiento a la Cortadora	Falta de precisión en el corte. Tiempo de paradas por fallas que reduce el tiempo de operacion	Se requiere un mantenimiento periódico para mejorar la precisión de la cortadora de hojas

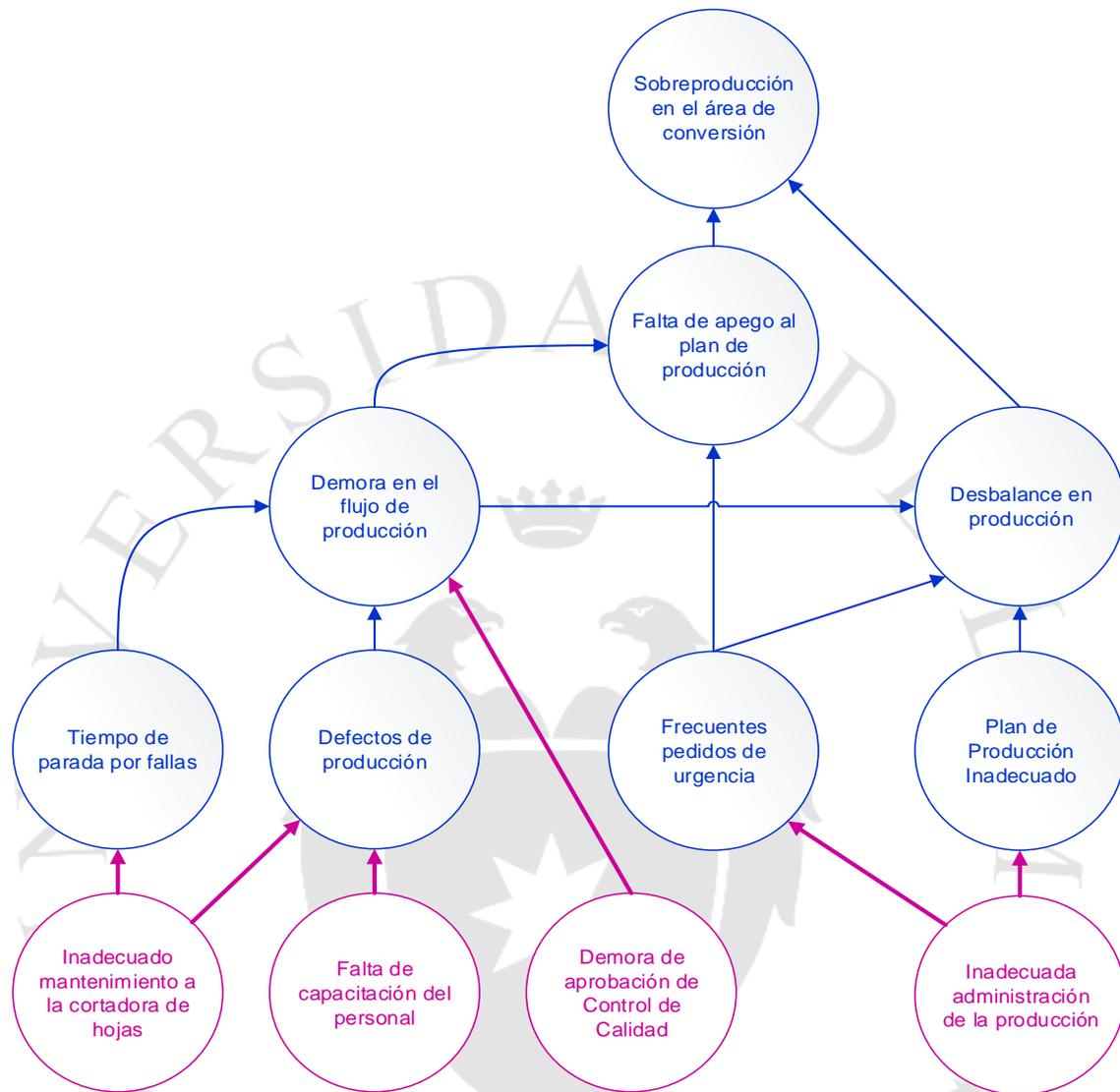
Fuente: QROMA, (2015)

Elaboración propia

Con la Tabla anterior, se realiza un análisis de causa-efecto, para poder hallar las causas raíces, y la interrelación entre estas. Ver Figura 3.1.

Figura 3.1

Diagrama de Relaciones de Causa-Efecto



Fuente: QROMA, (2016)
Elaboración propia

Pudiendo observar, que el problema principal hallado en la planta es la “Sobreproducción en el área de conversión”, debido a que este es causado por 4 motivos. Cabe mencionar que este problema al estar afectando la parte operativa de la producción, estaría afectando los objetivos estratégicos de la empresa.

Primeramente, existe una inadecuada administración de la producción, que provoca que el sistema actual de plan de producción no sea el adecuado, ya que este actualmente solo busca cumplir con la cobertura de los stocks en un tiempo determinado, lo cual estaría generando un desbalance de producción, también estaría causando que haya

constantes pedidos de urgencia sin cumplir, de nuevo por tener una línea de producción desbalanceada y que no está apegada frecuentemente al plan de producción.

Así mismo, se encontró que los métodos de trabajo son inadecuados, hay falta de capacitación del personal e inadecuado mantenimiento a la cortadora de hojas, que estarían causando defectos en la producción y demora en el flujo de producción, este teniendo como causa adicional la demora de aprobación en control de calidad, trayendo como consecuencia que no se apegue al plan de producción, terminando en la causa principal ya mencionada.

Para finalmente, a través de un Pareto poder ponderar y elegir cual o cuales de estas causas son las que más influyen en la sobreproducción del área de conversión. Siendo analizado, en la Tabla 3.12 y Figura 3.2.

Concluyendo que las 2 primeras causas o limitantes, equivalen al 80,65% de las razones que limitan la situación del área de Conversión y causan sobreproducción en esta. Siendo que hay una inadecuada administración de la producción, falta de capacitación al personal, un inadecuado mantenimiento a las Cortadoras de Hojas y demoras de aprobación de lotes por Control de Calidad. Adicionalmente, se menciona que no hubo factores que favorecen la situación actual del área.

Tabla 3.12

Análisis de Factores mediante Gráfico Pareto

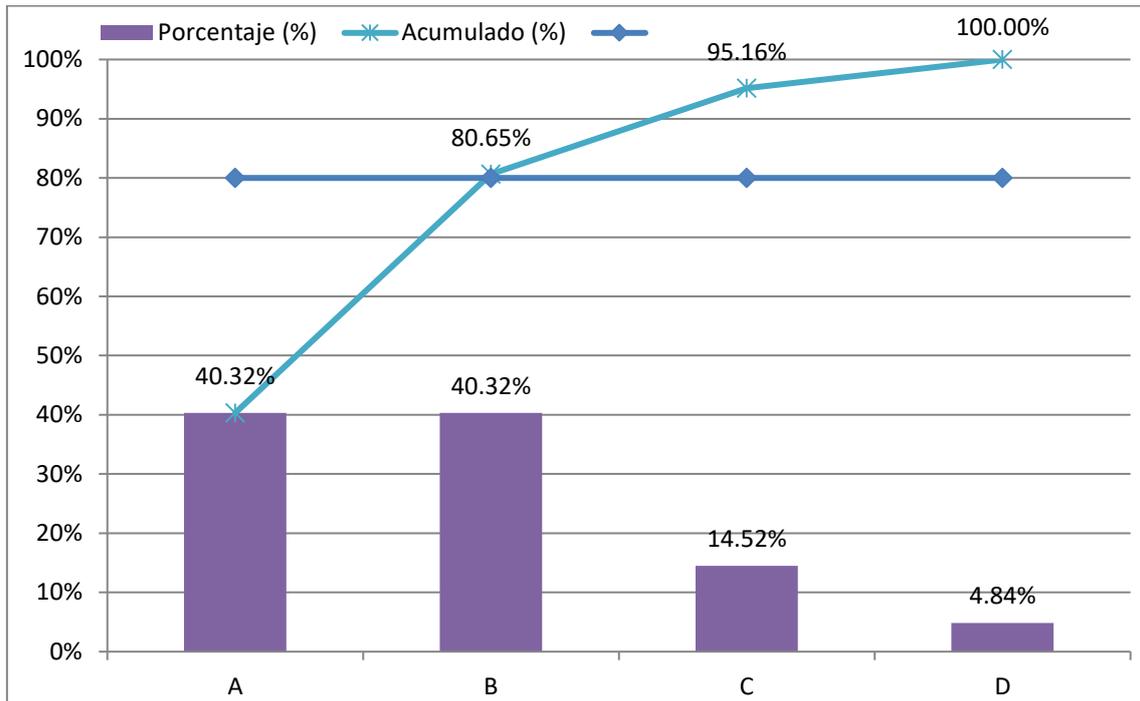
N	Causas	Frecuencia (f)	Impacto (i)	Puntaje (f*i)	Porcentaje (%)	Acumulado (%)	ABC
A	Inadecuada administración de la producción	5	5	25	40,32%	40,32%	A
B	Falta de capacitación del personal	5	5	25	40,32%	80,65%	
C	Falta de mantenimiento a las Cortadoras de Hojas	3	3	9	14,52%	95,16%	B
D	Demora de aprobación de Control de Calidad	3	1	3	4,84%	100,00%	C
			Total	62	100,00%		
Frecuencia		Impacto:					
Alta	5	Extremo				5	
Media	3	Grave				3	
Baja	1	Leve				1	

Fuente: QROMA, (2015)

Elaboración propia

Figura 3.2

Diagrama de Pareto de las principales áreas involucradas



Fuente: QROMA, (2015)
Elaboración propia



CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

4.1. Planteamiento de alternativas de solución a la problemática encontrada

Para poder solucionar el problema de sobreproducción en el área de conversión se presentan alternativas de solución a estas, siendo las siguientes:

- Mejorar el sistema de planeamiento de producción aplicando un MRP nivel I.
- Aplicar un programa de producción nivelada según los lineamientos del Lean Manufacturing.

Alternativa 1: Mejorar el sistema de planeamiento de producción aplicando un MRP nivel I.

La aplicación del MRP nivel I, se propone como reemplazo del actual sistema de planeamiento de producción ya que el actual solo cobertura los stocks en un determinado tiempo, mientras que la aplicación de un MRP nivel I en todas sus dimensiones, permitiría la disminución de inventarios, de los tiempos de espera en la producción entre áreas para poder satisfacer pedidos pendientes, el cumplimiento realista de los pedidos y el incremento en la eficiencia, para poder estrechar más las relaciones entre departamentos o áreas de la empresa.

Esta solución al querer ser aplicada, sería explicada en términos de:

La complejidad de la solución, abordaría el problema del flujo de la producción, como su administración, para poder alcanzar los diversos objetivos de producción, y de esta manera ajustar los inventarios, la capacidad, mano de obra, los costos de producción, y aplicar correctamente los plazos de producción, finalmente ajustando las cargas de trabajo en las distintas secciones (Wikipedia, 2015).

Los recursos necesarios, estarían en relación a las necesidades tecnológicas, utilizando y modificando el programa actual que usa QROMA, para la recopilación de

información, en cuanto a los recursos humanos, sería necesario capacitar al personal encargado y relacionado para su correcta utilización, evaluar la inversión económica que requerirá en cuanto a capacitaciones, modificaciones de las previsiones de los stocks, entre otros.

El tiempo de aplicación, estaría condicionado a la adaptación de esta metodología a las distintas ramas de la cadena de suministros.

Finalmente se tendrá que medir el impacto de esta solución en los objetivos estratégicos de la empresa que afectan a los Factores de Competitividad: Calidad, Tiempo de Respuesta, Costos/Rentabilidad, servicio, I&D.

Alternativa 2: Aplicar un programa de producción nivelada según los lineamientos del Lean Manufacturing.

La aplicación de un programa de producción nivelada conglomerará la gran mayoría de las causas encontradas en el capítulo anterior, ya que permitirá programar una producción acorde a una demanda fluctuante.

Lo cual es complementado por el balance de la línea, para poder saber el número de máquinas y horas necesarias que estas tendrán que funcionar.

Adicionalmente, complementa el cambio del sistema manual de empaque a uno mecanizado, junto con poder realizar cambios rápidos de producción al tener OTM más pequeñas.

Al poder mecanizar el área e implementar células de trabajo se podrá tener un sistema sin demoras de producción a través del sistema "*Peace and Flow*", del área de conversión, ya que como menciona el concepto de este sistema se necesita que haya una producción sin inventarios en proceso o que cuando en bien llegue un producto este sea inmediatamente transformado.

Finalmente, esta solución sería complementada con la aplicación de otras herramientas básicas del Lean Manufacturing, que darán forma a esta iniciativa de solución.

4.2. Selección de alternativas de solución

4.2.1. Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas

Para determinar y ponderar las alternativas de solución propuestas, se tomó en consideración distintos factores, los cuales serán ponderados y enfrentados para poder saber el nivel de importancia respecto al otro.

Donde a través de una matriz de enfrentamiento de factores se asignará el valor de (1), al factor que al ser comparado es más importante que el otro y en caso pesen lo mismo al ser comparados, y (0) al que es menos importante, se realiza una simple suma horizontal de los valores Recuperados y se ponderan.

Previamente se define cada uno de estos factores, determinando seis factores más relevantes para evaluar las alternativas de solución:

- La escala de complejidad.
- El tiempo de implementación.
- El nivel de inversión.
- El impacto en los resultados estratégicos.
- El alineamiento a la filosofía de la empresa.
- Facilidad de aplicación cualitativamente.

La escala de complejidad, es de gran importancia debido a la posible variabilidad de este en relación a las propuestas de solución, así como las responsabilidades que se tienen que asignar al momento de llevarlo a cabo.

El tiempo de implementación, está relacionado a la coordinación entre áreas para tener los recursos humanos y el capital necesario, para poder plantear soluciones que sean más efectivas y del gusto de la empresa.

El nivel de inversión de las soluciones, deberán estar pensados en rentabilizar lo que se vaya a invertir al corto, mediano y largo plazo.

El impacto en el resultado estratégico, de las soluciones propuestas tendrán que pasar por la mentalidad de mejorar los indicadores estratégicos de la empresa, que

permitirán brindar tanto satisfacción interna (área administrativa, productiva), como externa (cliente).

El alineamiento a la filosofía de la empresa, será fundamental para que las soluciones cumplan con los objetivos generales de la empresa.

La *facilidad de aplicación cualitativamente*, será evaluada y ponderada desde el punto de vista del auditor. Este criterio parte de una apreciación individual cualitativa de acuerdo a la facilidad para el desarrollo de la propuesta, y su posterior desempeño, alineado a los objetivos de la organización, tomando las siguientes consideraciones.

- Asegurar el óptimo del empleo de la capacidad de producción.
- Garantizar el cumplimiento en los plazos de entrega, permitirá eliminar los tiempos muertos entre procesos.
- Reducir el nivel de producción defectuosa
- Integrar a todos los trabajadores alineándolos a los procedimientos y objetivos organizacionales.

La importancia relativa de estos factores, se logra aplicando la técnica de matriz de enfrentamientos, hallando que el factor más importante es el de alineamiento a la filosofía de la empresa y el de menor importancia la escala de complejidad y tiempo de implementación. Ver Tabla 4.1.

Tabla 4.1

Matriz de enfrentamiento de factores

Factor	Escala de Complejidad	Tiempo de implementación	Costo de inversión (S/)	Impacto en el cliente	Alineamiento a la filosofía de la empresa	Facilidad de aplicación (factor cualitativo)	Conteo	Ponderación
Escala de Complejidad	1	0	0	0	1	2	11,76%	
Tiempo de implementación	0	1	0	1	0	1	5,88%	
Nivel de inversión (S/)	1	1	1	0	1	4	23,53%	
Impacto en el cliente	1	1	1	0	1	4	23,53%	
Alineamiento a la filosofía de la empresa	1	1	1	1	0	4	23,53%	
Facilidad de aplicación (factor cualitativo)	0	1	0	0	1	2	11,76%	
				Total		17	100%	

Elaboración propia

4.2.2. Evaluación cualitativa y cuantitativa de alternativas de solución

Con la medición numérica de las alternativas de solución se busca poder cuantificar el peso de estas alternativas, eligiendo la mejor propuesta empleando el ranking de factores.

Cada factor de evaluación es calificado de 2 a 10, siendo 10 o excelente en caso sea que el factor propuesto pueda ser llevado eficientemente respecto a la solución propuesta, 8 o muy bueno en caso de a pesar de ser muy eficiente esta tendrá ciertas carencias mínimas, 6 o bueno cuando las carencias y la efectividad del factor en relación a la alternativa de solución estén parejas, 4 o regular cuando la efectividad percibida del factor sea moderada pero con carencias ligeramente por encima de su efectividad, y finalmente 2 o deficiente cuando la efectividad de este mínima o nula y las carencias de este factor en relación a la alternativa de solución sea mucho mayores. El ranking de factores se aprecia en la Tabla 4.2.

Concluyendo que la solución elegida al problema de sobreproducción sería *“Aplicar un programa de producción nivelada según los lineamientos del Lean Manufacturing.”*, debido a que es la que tiene mayor puntuación.

Tabla 4.2

Tabla de Ranking de Factores.

Factores de selección de solución	Ponderación %	Mejorar el sistema de planeamiento de producción aplicando MRP nivel I		Aplicar un programa de producción nivelada según los lineamientos del Lean Manufacturing.	
		Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
Nivel de Complejidad (Se espera el menor)	11,76%	4,00	47,06	10,00	117,65
Tiempo de implementación (Se espera el menor)	5,88%	4,00	23,53	8,00	47,06
Nivel de inversión (S/) (Se espera el menor)	23,53%	4,00	94,12	10,00	235,29
Mayor satisfacción cliente (Se espera el más alto)	23,53%	4,00	94,12	8,00	188,24
Alineamiento a la filosofía de la empresa (Se espera el más alto)	23,53%	4,00	94,12	8,00	188,24
Facilidad de aplicación (Se espera el más alto)	11,76%	4,00	47,06	8,00	94,12
	100,00%	Total	400,00	Total	870,59

Elaboración propia

CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

5.1. Ingeniería de la solución.

La solución escogida “*Aplicar un programa de producción nivelada según los lineamientos del Lean Manufacturing.*”, su objetivo principal es mejorar la situación actual atendiendo sus causas raíces, entre las que podemos encontrar:

- Inadecuado sistema de administración de la producción que ocasiona frecuentes desbalances en la línea de producción afectando a los niveles de productividad, el nivel de servicio en el despacho de productos terminados.
- Desconocimiento de los estándares de calidad que ocasionan pérdidas por productos defectuosos.
- Demoras en el proceso de calidad que ocasiona un flujo de producción lento afectando los niveles de eficiencia global en la planta de producción.
- Inadecuada gestión del mantenimiento de máquinas que ocasiona reducción en la disponibilidad de éstas y pérdidas de calidad afectando la eficiencia global de la planta.

5.1.1. Diseño de la propuesta de solución

El desarrollo de la propuesta de solución para mejorar el actual sistema de producción basado en herramientas de Producción Esbelta (Lean Manufacturing), considera los siguientes programas.

A. Mecanización de la operación de embalaje, a partir de la adquisición de una máquina de embalaje (enfajadora).

El área de conversión, específicamente el proceso de embalaje, se encuentra con una notable sobreproducción, no adecuándose al plan de producción y el nivel de calidad de esta operación al ser manual depende de las habilidades de cada persona; hechos que afectan la productividad y la eficiencia de la misma. Por tal motivo, se propone la

adquisición de una máquina de embalaje de polietileno, para fijar por calor los paquetes. Siendo estos los pasos a seguir, para su adecuación.

1. Justificación del Programa de mecanización de la operación de embalaje.
2. Determinación de las especificaciones de la máquina por adquirir.
3. Búsqueda de máquinas alternativas completando el proceso de cotizaciones.
4. Evaluación y selección de la mejor máquina a adquirir.
5. Elaborar el Plan de inversión, adquisición e instalación de la máquina y equipamiento complementario.

B. Aplicar un diseño de producción nivelada (Heijunka).

Al realizar el VSM del área se pudo encontrar varios desperdicios entre ellos una notable sobreproducción. Se observó que los tamaños de los lotes de producción son creados para ser terminados entre 2 a 3 días, habiendo un porcentaje del 5% de ventas no concretadas por tener largos tiempos de entrega.

Según Rajadell, M. & Sánchez, J.: “Así mismo QROMA, está implementando el Lean Manufacturing, que propone una técnica denominada *Heijunka* o producción nivelada, que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente, conectando toda la cadena de valor desde los proveedores hasta los clientes” (p. 68). Aplicando las siguientes actividades.

1. Planificación y nivelación de la demanda de clientes.
2. Balance y flujo continuo de la producción.
3. Evaluación de mejoras en el flujo continuo de la producción.

C. Aplicar un plan de aseguramiento de la propuesta de solución.

La consolidación de la propuesta y el abarcamiento de las causantes faltantes serán completadas a partir de las siguientes actividades de capacitación, investigación y seguimiento:

1. Capacitación en habilidades y competencias en operación del trabajo celular y uso de la nueva máquina.

2. Capacitación en el aseguramiento de la calidad para controlar el nivel de rechazos por defectos del producto.
3. Adecuar las condiciones necesarias para facilitar la instalación del nuevo sistema. Ejemplo. Implementar una solución para eliminar la posibilidad de maltrato de los rollos de producto en proceso.
4. Evaluar y mejorar el actual plan de mantenimiento (Propuesta del AMFE para asegurar la disponibilidad y la compra de repuestos para evitar demora por compra de repuestos).
5. Seguimiento de los lotes de producción para agilizar su cierre y disminuir el Lead Time del área de conversión.

5.1.2. Desarrollo de la propuesta de solución

A continuación, se presentará el desarrollo técnico de la propuesta de solución.

A. Mecanización de la operación de embalaje, a partir de la adquisición de una máquina de embalaje (enfajadora).

1. Justificación del Programa de mecanización de la operación de embalaje.

QROMA, actualmente busca una reducción de los costos de producción y la forma más eficiente es reduciendo la mano de obra, ya que actualmente el personal es distribuido de esta manera. Ver Tabla 5.1

Tabla 5.1

Número de personas actualmente en conversión.

Área	Turno mañana	Turno tarde	Turno noche	Total, de personas
Cortado de Hojas	2 personas	1 persona	1 persona	4 personas
Empaque	2 personas	1 persona	1 persona	4 personas
Embalado	4 personas	2 personas	2 personas	8 personas
Total	8	4	4	16

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Siendo un total de 8 personas por día, con esta compra se podría eliminar el puesto de embalado necesitando solo 1 persona para operar la máquina de enfajado, la cual

también beneficiará en mejorar los tiempos de producción, la presentación del producto final y su transporte. Mostrándose en la siguiente Tabla la justificación cuantitativa. Ver Tabla 5.2

Tabla 5.2

Comparación entre la situación actual y la propuesta.

	Situación actual	Situación propuesta
Personal en embalaje	8 personas	1 persona
Gasto anual en Mano de obra	S/108 000,00	S/13 500,00
Beneficio Total anual	S/94 500,00	

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Concluyendo, que la situación propuesta abarataría la situación actual en términos de mano de obra, la producción diaria sería mayor, y se cumpliría las necesidades de la demanda (1 130 paquetes diarios), reduciendo hasta 7 personas en el área, con un beneficio económico total a la empresa de S/94 500,00.

Así mismo, mencionar que la mecanización del área permitirá aplicar otras herramientas del Lean Manufacturing, más eficientemente como las células de trabajo.

2. Determinación de las especificaciones de la máquina por adquirir.

De acuerdo a las especificaciones de producción, la máquina a adquirir, deberá cumplir lo siguiente. Ver Tabla 5.3.

Tabla 5.3

Especificaciones mínimas de la máquina enfajadora a adquirir.

Productos a embalar	Paquetes de lijas para metal, madera y otros
Dimensiones mínimas de la entrada de alimentación	9" x 11" x 15"
Peso del paquete	10 - 25 kg/paquete
Velocidad mínima de producción	0,71 paquetes/minuto
Tipo de alimentación	Manual

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Siendo estos los requerimientos mínimos que la máquina deberá contar, para poder seleccionar una.

3. Búsqueda de máquinas alternativas completando el proceso de cotizaciones.

La búsqueda de alternativas, se realizó a través del proveedor corporativo de QROMA, la empresa Quickpack Perú S.A.C., disponiendo de los siguientes modelos de máquinas.

- Máquina enfajadora de termoencogido serie ST6030, con túnel de refracción, con un costo total de \$13 900 incluido IGV (cotización en el Anexo 1). Sus especificaciones técnicas en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4

Especificaciones técnicas máquina enfajadora de termoencogido serie ST6030

- Alimentación manual. Empujador automático. (opción de manejarse manualmente)
- Enfajadora a doble bobina. Desenrollado superior e inferior motorizado
- Selladora neumática, la cual se acciona mediante pulsadores ubicados en la parte lateral
- Cuchilla de corte en lámina recubierta en teflón. Tiempo de sello y temperatura de la cuchilla de corte regulable.
- Dos botones de paro de emergencia.
- Dimensiones máquina (L x W x h mm) 1 370 x 920 x 1 800h
- Dimensiones máximas de paquete (L x W x h mm) 500 x 300 x 300h
- Dimensiones bobina: 700 mm, Enfajadora a doble bobina
- Alimentación: 1,5 KW. Voltaje: 220 V - 60 Hz, 3 Ph (fases)
- Presión neumática requerida: (MPa) 0,4 - 0,6
- Peso: 295 Kg. Producción 8-12 paquetes/minuto
- Alimentación manual. Empujador automático. (opción de manejarse manualmente)
- Desenrollado superior e inferior motorizado
- Selladora neumática, la cual se acciona mediante pulsadores ubicados en la parte lateral
- Tiempo de sello y temperatura de la cuchilla de corte regulable.
- Dos botones de paro de emergencia.



Fuente: Quickpack Perú S.A.C, (2016).

Elaboración propia

- Máquina enfajadora de termoencogido serie SVS100, con un costo total de \$14 500 incluido IGV. Sus especificaciones técnicas en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5

Especificaciones Técnicas máquina Enfajadora semi automática SVS100.

- Altura máxima de producto: 350 mm.
- Producciones de hasta 600 ciclos/h. en función del producto y film.
- Mesa de entrada de acero inoxidable.
- Porta bobinas superior e inferior motorizados.
- Ancho de soldadura 1000 mm
- Sistema de soldadura y corte de film mediante barra caliente teflonada con regulación electrónica de temperatura. Baja necesidad de mantenimiento de las barras.
- Ciclo automático de corte y soldadura al retorno de la pala de introducción de producto.
- Sistema de seguridad en barra de soldadura para protección del operario y/o producto.
- Presor neumático en la mesa de salida para la sujeción del producto durante el proceso de corte y soldadura.
- Mesa de salida de acero inoxidable con rodillos de gravedad.
- Panel de control que posibilita un manejo sencillo de todas las funciones de la máquina.
- Patas regulables en altura y ruedas para ubicación y transporte.
- Sentido de máquina de derecha a izquierdas.
- Accesibilidad a todos los elementos.
- Armario eléctrico ventilado.
- Voltaje: 220 V - 60 Hz, 3 Ph (fases)
- Peso neto: 750 Kg
- Temperatura regulable hasta 250 °C
- Ventilador a la salida del túnel para el enfriamiento de los paquetes.



Fuente: ULMA Packaging, S.Coop., (2016)
Elaboración propia

4. Evaluación y selección de la mejor maquina a adquirir.

La evaluación de las alternativas será a partir de un análisis de ranking de factores, aplicando la técnica de matriz de enfrentamientos, hallando que el factor más importante es el costo de inversión y de igual importancia es el tiempo y la escala de implementación. Ver Tabla 5.6.

Tabla 5.6

Matriz de enfrentamiento de factores

Factor	Escala de Complejidad	Tiempo de implementación	Costo de inversión (S/)	Conteo	Ponderación
Escala de Complejidad		1	0	1	25,00%
Tiempo de implementación	1		0	1	25,00%
Costo de inversión (S/)	1	1		2	50,00%
			Total	4	100%

Elaboración propia

Con los resultados Recuperados se escogerá una máquina entre estas 2 alternativas, a través de un análisis de ranking de factores. Siguiendo las mismas consideraciones de las puntuaciones ya mencionadas en el capítulo IV. Ver Tabla 5.7.

Tabla 5.7

Tabla de Ranking de Factores.

Factores de selección de solución	Ponderación %	Maquina enfajadora ST6030		Maquina enfajadora SVS1000	
		Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
Escala de Complejidad	25,00%	8,00	200,00	8,00	200,00
Tiempo de implementación	25,00%	8,00	200,00	6,00	150,00
Costo de inversión (S/)	50,00%	8,00	400,00	6,00	300,00
	100,00%	Total	800,00	Total	650,00

Elaboración propia

De lo antes indicado, podemos apreciar que la alternativa escogida, sería la opción de la máquina enfajadora ST6030 con 800 puntos.

Cabe mencionar que la máquina enfajadora SVS1000 también es una buena opción, pero su tiempo de implementación era mucho mayor debido a que actualmente no se encuentra en stock hasta dentro de 4 meses y su costo es ligeramente mayor.

5. Elaborar el Plan de inversión, adquisición e instalación de la máquina y equipamiento complementario.

Escogida la máquina, el tiempo de entrega fluctúa entre los 60 a 90 días, realizada la orden de compra y el adelanto, sin embargo, el proveedor mencionó que cuenta actualmente con este modelo en stock, siendo el tiempo de entre 7 a 15 días. La instalación necesitará 3 días, para luego seguir con el procedimiento establecido de compra de QROMA.

1. Orden de requerimiento o compra.
2. Aprobación de la orden de requerimiento por Logística en Lima.

B. Aplicar un diseño de producción nivelada (Heijunka).

1. Planificación y nivelación de la demanda de clientes.

El Heijunka o producción nivelada es una técnica del Lean Manufacturing que permite adaptar la producción a la demanda variante y el comienzo de adaptación de un sistema *pull*, en este sentido se necesitaría hallar el tamaño de lote óptimo a través del *Tack Time* (TT o tiempo de ritmo), sin antes mencionar las ventajas de este.

- Ritmo de producción estable.
- Sin excedentes de producción
- Flujo de materiales nivelado, numero de operarios correcto
- Mayor capacidad de atención de cambios de producción.
- Disminución del total de transportes entre producción
- Control del stock en proceso (WIP).

Con el promedio de ventas mensuales del 2 015 (1 413 545,45 hojas/mes), se calcula el valor del TT (Tiempo disponible/Producción requerida) de la planta. Ver Tabla 5.8.

Tabla 5.8

Calculo del Tack Time Planta Lijas

Días Laborables	25 días
Horas por turno	8 horas
Para programadas por turno	30 minutos
Tiempo Disponible	108 000,00 segundos/día
Promedio de ventas mensuales de hojas de lija año 2015	1 413 545,45 hojas/mes
Demanda Diaria de hojas de lija	56 542 hojas/día
Demanda Diaria de paquete de hojas de lija	1 131 paquetes/día
Takt Time en hojas	1,91 segundos/hoja

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Concluyendo que el *Tack Time*, de la planta será de 1,91 segundos/hoja. Este podrá variar de acuerdo a la proyección de la demanda de hojas de lija. También, mencionar que la unidad de tiempo, para la creación de los lotes de producción serán diarios y surtidos, y no de 3 o 4 días de un solo tipo de grano como se hacía antes.

2. Balance y flujo continuo de la producción

Luego de obtener el valor del TT, y el tamaño óptimo de los lotes de producción se procede a balancear la línea de conversión, mostrando una tabla resumen con las productividades de las máquinas del área de conversión. Ver Tabla 5.9.

Tabla 5.9

Productividad del Área de Conversión

Maquinas	Productividad
Cortadora de Rollos	107 hojas/min
Cortadora de Hojas	36,91 hojas/min
Empaquetado	39,50 hojas/min
Embalado	250 hojas/min

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Volver a mencionar que existen 2 máquinas de cortado de hojas, de esta manera se evita tener un cuello de botella en el área, para luego analizar la cantidad de horas necesarias que las máquinas necesitan estar operativas, para eliminar la sobreproducción del área, comenzando con el proceso más lento. Ver Tabla 5.10.

Tabla 5.10

Balance de Línea de la máquina Cortadora de Hojas

Cortadora de hojas	2 personas/máquina
	36,91 hojas/minuto
	2 214 hojas/hora
	16 610 hojas/turno
	49 828,5 hojas/día
Tiempo de ciclo cortadora de hojas 1 y 2	0,85 segundos/hoja
Demanda diaria	56 541,82hojas/día
Número de operarios por máquina	1 operario
Operarios a programar por día	4 operarios/día
Número de máquinas necesaria área de conversión	1,13 ~ 2 máquinas
Máquinas necesarias a programar al día en turnos de 7,5 horas	3,40 ~ 4 máquinas
Horas maquina a programar	25,53 horas-máquina/día
Horas maquina sobrantes.	4,47 horas-máquina/día

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Al tener la demanda diaria necesaria para producir (56 542 hojas/día) y las producidas por máquina en un día (49 829 hojas/día) se obtiene que el número actual de máquinas es suficiente (2 máquinas), programando que éstas produzcan 4 veces al día en turnos de 7,5 horas máquinas, equivalente a 25,53 horas máquinas por día necesarias, sobrando 4,47 horas. Mencionar, que las horas sobrantes serán para que el personal realice otras operaciones en planta que necesiten mano de obra.

Luego, se procede a obtener las horas máquina de la cortadora de rollos en base al cuello de botella hallado. Ver Tabla 5.11.

Tabla 5.11

Balance de Línea de la máquina Cortadora de Rollos

Cortadora de Rollos	1 persona/máquina
	7,5 m/min
	107 hojas/minuto
	6 435 hojas/hora
	48 263 hojas/turno
	144 788 hojas/día
Tiempo de ciclo	0,56 segundos/hoja
Operarios a programar	2 operarios/día
Demanda diaria	56 542 hojas/día
Horas máquina a programar	9,37 horas-máquina/día
	5,63 horas sobrantes

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Se divide la demanda diaria (56 542 hojas/día) entre el estándar de la producción diaria (144 778 hojas/día), necesitándose 9,37 horas máquina por día, para satisfacer la demanda con 5,63 horas de más en su turno que serán compensadas con tareas que asigne el supervisor del área a otras áreas de la planta que necesite personal. Se realiza el mismo procedimiento para el proceso de empaquetado. Ver Tabla 5.12.

Tabla 5.12

Balance de Línea de empaquetado de lijas

Empaquetado	1,27 segundos/paquetito
	0,79 paquetitos/minuto
	47 paquetitos/hora
	356 paquetitos/turno
	1 067 paquetitos/día
Demanda diaria	1 131 paquetitos/día
Horas máquina a programar	25,45 horas-máquina/día
	4,55 horas sobrantes

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

En ese sentido, concluimos que se necesitará 4 operarios para las labores de empaquetado, equivalentes a 7,5 horas laborales, necesitando su sector producir por 25,45 horas laborales diarias, siendo acomodados con el personal de cortado de hojas. Se tomará la misma decisión que las actividades anteriores con las horas sobrantes.

Finalmente, se realiza el balance de la nueva máquina de enfajado o embalado de polietileno. Ver Tabla 5.13

Tabla 5.13

Balace de Línea de la máquina de Enfajadora de polietileno

	1 persona/máquina
Embalaje	1 paquete/min
(50 hojas/paquetito)	250 hojas/minuto
(5 paquetitos/paquete)	15 000 hojas/hora
(250 hojas/paquete)	112 500 hojas/turno
	337 500 hojas/día
Demanda diaria	56 542 hojas/día
Número de operarios necesarios	1 operario
Horas máquina a programar	4,02 horas-máquina/día
	3,48 horas sobrantes

Fuente: QROMA, (2016)

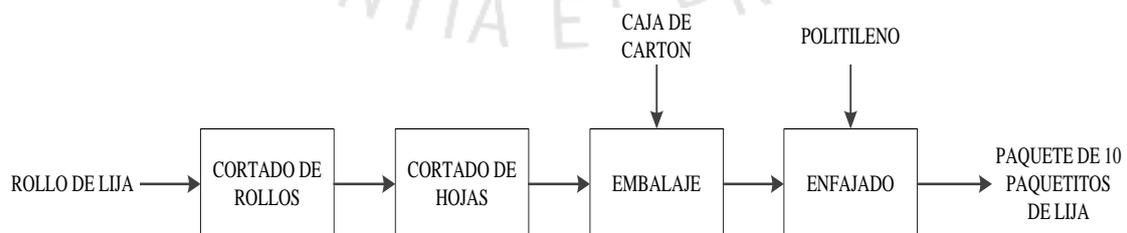
Elaboración propia

Teniendo resultados de que se necesita 4,02 horas máquina por día para satisfacer la demanda diaria, con tiempo de sobra de 3,48 horas, que serán dispuestas en función de las necesidades que el supervisor requiera.

Luego de tener el balance del área y con la máquina enfajadora, se podrá plantear la aplicación de una producción de flujo continuo o “*Peace and Flow*”, para formar una estructura celular en forma de “L” o en línea. Ver Figura 5.1.

Figura 5.1

Plano del área de Conversión situación propuesta



Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

3. Evaluación de mejoras en el flujo continuo de la producción

El primer beneficio, de esta solución está en relación a la nivelación de los lotes de producción a tamaños pequeños, aumentando la producción de esta área de 800 paquetes a 1 130 paquetes diarios que equivale a un aumento de 41% de la producción, equivalentes a S/26 400,00 anuales, y se podrá cumplir con pedidos de emergencia eliminando las perdidas por ventas no concretadas. Ver Tabla 5.14.

Tabla 5.14

Beneficio económico de la nivelación de la producción.

	Situación actual	Situación propuesta
Producción en embalaje	800,00 paquetes/día	1130,00 paquetes/día
Aumento % de producción	41%	
Aumento de producción	330,00 paquetes	
Beneficio Total	S/26 400,00	

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

El segundo beneficio, es por la reducción de las horas de trabajo del personal y la maquinaria de la línea de conversión por un buen balance de línea, reduciendo 31,26 horas diarias de trabajo innecesario o un 42% de ahorro en relación a la situación actual, lo que equivale a un total S/87 121,62 anuales de ahorro, demostrado en la Tabla 5.15.

Tabla 5.15

Beneficio económico de la reducción del personal.

Operaciones	Horas actuales	Horas propuestas
Cortado de Rollos	15,00 horas-hombre/día	9,72 horas-hombre/día
Cortado de Hojas	30,00 horas-hombre/día	30,00 horas-hombre/día
Embalado	60 horas-hombre/día	30,00 horas-hombre/día
Enfajado		4,02 horas-hombre/día
Total, horas sin balance	105,00 horas	73,74 horas
Diferencia de horas diarias	31,26 horas	
Diferencia de horas anuales	9 378,00 horas	
Porcentaje de beneficio	42%	
Costo Hora Hombre	6,00 soles/hora-hombre	
Costo Hora máquina Conversión 2015	3,29 soles/hora-máquina	
Beneficio económico anual	S/87 121,62	

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

C. Aplicar un plan de aseguramiento de la propuesta de solución.

1. Capacitación en habilidades y competencias en operación del trabajo celular y uso de la nueva máquina.

Después de aplicar los cambios de las actividades (A) y (B), se capacitará al personal en estas nuevas actividades, para fidelizar y alentar buenas prácticas al personal.

Por tal motivo primero se propone la capacitación del personal en relación al trabajo celular siendo necesario una recapitulación del curso de *Lean Manufacturing para una empresa en nivel White Belt*, haciendo énfasis en el trabajo celular.

La capacitación será a 12 colaboradores, en horas posteriores a su jornada laboral para no afectar la producción programada, coordinando con el supervisor del área, de 1 hora y media aproximadamente, por los ingenieros de proceso a cargo. Ver Tabla 5.16.

Tabla 5.16

Estructura Capacitación White Belt en Lean Manufacturing

Estructura de la capacitación	Detalles
Recopilación de diapositivas del curso de capacitación White Belt en Lean Manufacturing.	Diapositiva con el directorio: Lean Manufacturing.ppt con 120 diapositivas
Seleccionar al personal a cargo de la capacitación.	Personal del área Ingeniería de Procesos
Selección del área de realización de la capacitación	Oficina de Ingeniería de Procesos
Selección del personal a ser capacitado.	Personal de Conversión
Capacitación del personal.	2 horas
Evaluación y seguimiento del personal capacitado	Examen de 20 preguntas

Elaboración propia

En este sentido, se hará énfasis en el trabajo celular, pudiendo capacitar al personal nuevo que no recibió la capacitación White Belt.

Posteriormente, se procede con la capacitación del personal en el uso de la máquina de enfajado, pero en este caso se querrá que todo el personal de conversión esté capacitado en su uso dado que dentro de los objetivos estratégicos de la empresa se busca tener personal poli funcional.

2. Capacitación en el aseguramiento de la calidad para controlar el nivel de rechazos por defectos del producto.

Se encontró que una de las causales por las que control de calidad demoraba en aprobar los lotes de producción del área de conversión, era debido a la falta de reconocimiento por parte del personal de productos “Posibles No Conformes” o PNC, siendo un total de 15 tipos de defectos. La capacitación seguirá los siguientes lineamientos. Ver Tabla 5.17.

Tabla 5.17

Estructura Capacitación en el reconocimiento de 15 tipos de defectos de hojas de lijas

Estructura de la capacitación	Detalles
Recopilación de información de los tipos de defectos	Realizar diapositivas
Selección al personal a cargo de la capacitación.	Personal de Control de Calidad
Selección del área de realización de la capacitación	Oficina de Control de Calidad
Selección del personal a ser capacitado.	Personal de Conversión
Capacitación del personal.	1 horas
Evaluación y seguimiento del personal capacitado	Examen de 20 preguntas

Elaboración propia

El beneficio económico de esta actividad, se indica en la siguiente tabla. Ver Tabla 5.18.

Tabla 5.18

Capacitación en el aseguramiento de la calidad para controlar el nivel de rechazos por defectos del producto.

Producción mensual Promedio de hojas Lijas	1 413 545,5 hojas/mes
Producción mensual Promedio de paquetes	28 270,9 paquetes/mes
Porcentaje de paquetes Observados por producto mal seleccionado	0,10%
Total, de paquetes de 50 hojas observados por mes el 2015	29 paquetes/mes
Total, de PNC por maltrato de rollos en soles al año	S/27 140,07

Fuente: QROMA, (2016)

Siendo el beneficio económico anual de la propuesta por un valor de S/27 140,07.

3. Adecuar las condiciones necesarias para facilitar la instalación del nuevo sistema.

Se plantea la eliminación de productos no conformes (NC) por maltrato de rollos colocando paletas entre las máquinas de cortado de rollos y de hojas, que es el causante del 0,05% de rechazos de rollos de lijas. Ver Tabla 5.19.

Tabla 5.19

Cálculo de la eliminación del motivo de rechazo en el área de conversión

Producción Promedio de hojas Lijas	1 413 545 hojas/mes
Producción Promedio de metros de Lijas	98 849 metros
Producción Promedio de rollos de Lijas a 2 200 m	40 rollos
NC (maltrato de rollos)	0,05%
Total, de NC por maltrato de rollos en hojas	707 hojas
Total, ahorrado en soles por año	S/13 570,24

Fuente: QROMA, (2016)

Siendo el beneficio de eliminación de este NC, por un valor de S/13 570,24.

4. Evaluar y mejorar el actual plan de mantenimiento

Se propone realizar un análisis modal de fallos y efectos (AMFE), a las cortadoras de hojas para asegurar y evaluar la actual disponibilidad y compra de repuestos, que busca evitar la demora por la compra de éstos.

Se observó que el problema actual de las cortadoras de hojas se encuentra en la parte neumática con un RPN de 596, siendo este crítico y de alta prioridad, encontrando que la solución inmediata es ingresar estos problemas a la Cartilla de TPM (mantenimiento preventivo), para reajustar las fechas de mantenimiento preventivo y de compra de repuestos. Así mismo, se propone la implementación de programas de limpieza que complementarán las 5S.

Siendo la Tabla 5.20, la evaluación económica del beneficio de elevar en 1% la disponibilidad de las máquinas de 89% a 90%, a partir del ajuste y mejoramiento de las acciones tomadas al realizar el Análisis de Modo de Efecto de Fallas (AMFE) en la Tabla 5.22. Obteniendo un beneficio económico por S/318 038,40. En el Anexo 2, se puede apreciar los criterios de evaluación del AMFE.

Tabla 5.20

Aumento del 1% de la Disponibilidad de las Máquinas de Cortado de Hojas

Total, de tiempo disponible por máquina	450 minutos/máquina
1% de Disponibilidad por máquina	4,5 minutos/máquina
Tiempo estándar de Cortado de Hojas	36,81 hojas/minuto
Total, de producidas al 1% de Disponibilidad	166 hojas/máquina
Precio de Venta por hoja	1,60 soles/hoja
Ingresos por máquina al 1% de Disponibilidad	S/265,03
Total, de máquinas utilizadas al día	4 máquinas/día
Beneficio económico anual	S/318 038,40

Fuente: QROMA, (2016)

Tabla 5.21

Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) Cortadoras 1 y 2

N		Función de la parte	Falla Potencial	Efecto Potencial de Falla	SEV	Causas Potenciales Mecanismos de Falla	OCC	Control Actual del Proceso	DETEC	RPN	Preliminar RPN (4) = 1x2x3	Responsabilidad	Final RPN (8) = 5x6x7	SEV	OCC	DETEC	RPN	
1	Sistema Neumático	Corte Desigual	Parada de maquina	Parada de maquina	8	Regulación de la presión del aire.	10	Visual, periódica diaria.	7	560	Asignar la compresora.	Jefe de M ante.	Recoger Cartilla TPM	3	2	3	7	105
						Cambio de grano.						Jefe de M ante.	Instructivo de limpieza					
						Desgaste de eje.						Jefe de M ante.	Programa de limpieza.					
						Rodamientos gastados.						Jefe de M ante.	Recoger Cartilla TPM					
						Desgaste de la guía porta cuchillas.						Jefe de M ante.	Recoger Cartilla TPM					
						Desgaste del pistón principal.						Jefe de M ante.	Recoger Cartilla TPM					
						Tiempo de vida, uso.						Jefe de M ante.	Recoger Cartilla TPM					
						Tiempo de vida, uso.						Jefe de M ante.	Recoger Cartilla TPM					
						Maquina sucia.						Jefe de M ante.	Programar limpieza general de las cortadoras.					
						Tiempo de vida, uso.						Jefe de M ante.	Reducir el tiempo de cambio de mordaza (gruesos - finos).					
2	Sistema Mecánico	Desgaste eje de la mordaza	Parada de maquina	5	4	Visual, periódica diaria.	5	100	Plan de limpieza de la mano de las SS	Jefe de M ante.	Recoger Cartilla TPM	2	3	2	3	7	12	
										Se rompe soga	Jefe de M ante.							Recoger Cartilla TPM
										Desgaste guía porta cuchilla	Jefe de M ante.							Recoger Cartilla TPM
										Desgaste eje de la mordaza	Jefe de M ante.							Recoger Cartilla TPM

Fuente: QROMA, (2016)

5. Seguimiento de los lotes de producción para agilizar su cierre y disminuir el Lead Time del área de conversión.

Se propone el uso de herramientas de gestión para el seguimiento de lotes, usando la base de datos del programa OFISMART de QROMA, para ser filtrado y obtener lotes abiertos en EXCEL. Se hará seguimiento diario de los lotes en proceso (WIP) con los supervisores del área que han de ser terminados en bien sean ingresados físicamente.

Como segundo instrumento se colocará un tablero de doble cara de acrílico con las medidas de 1,20x90x5 cm.

Siendo soportado por un marco de metal, con ruedas que permitan su traslado dentro del área, que permitirá colocar información relevante de lo que se va a producir y de buenas prácticas de 5S, para hacer que el personal se desplace menos y agilizar la producción.

Se efectuará a través de una orden de compras, por el área de mantenimiento para que realicen la cotización y su respectiva aprobación.

5.2. Planificación de la implementación de la solución

5.2.1. Determinación de objetivos y metas

Para la elaboración de este punto, se utilizará los objetivos estratégicos de QROMA, siendo aquellos que los que la solución deberá cumplir. Ver Tabla 5.22.

Tabla 5.22

Hoja de Planeación de objetivos y metas

N	Actividad	Objetivos	Metas
A	Mecanización de la operación de embalaje.	Eliminar la sobreproducción del área mecanizando y reduciendo el personal	Instalar máquina enfajadora
B	Aplicar un diseño de producción nivelada (Heijunka).	Ritmo de producción estable	Hallar el Tack Time de la planta lijás. Nivelar la producción. Balancear la línea Implementar el trabajo celular
		Sin excedentes de producción	
		Flujo de materiales nivelado, numero de operarios correcto	
		Mayor capacidad de atención de cambios de producción.	
		Disminución del traslado de materiales entre producción	
C	Aplicar un plan de aseguramiento de la propuesta de solución.	Control del stock en proceso (WIP).	Capacitar 12 colaboradores
		Capacitar al personal en el uso de la máquina enfajadora y el trabajo celular	
		Capacitar al personal de conversión en la identificación de los 15 tipos de desperfectos e informar cuales son estos y mejorar su identificación	
		Tener un producto mejor cuidado y menos maltratado, eliminando la causa de rechazo por producto maltratado.	
		Incrementar la confiabilidad de las cortadoras de hojas	
Contar con un control visual de los paquetes y agilizar la identificación de los deberes diarios de producción.	Capacitar 12 colaboradores, en el reconocimiento de los 15 tipos de defectos		
		Eliminar el 0,10% de NC; rechazos de productos maltratados, equivalente a 707 hojas mensuales	
		Aumentar en 1% la confiabilidad de las máquinas, que equivale a 13,5 minutos más de producción	
		Instalar tablero de control visual de producción	

Elaboración propia

5.2.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución

Costo de la Actividad A: Mecanización de la operación de embalaje, a partir de la adquisición de una máquina de embalaje (enfajadora).

El Ciclo de Vida de la máquina enfajadora es a 10 años, trabajando 4,72 horas al día, 25 días al mes, con un costo de flete de 800 soles, necesitándose 24 horas para ser instalada por 2 mecánicos a 8 soles la hora hombre.

El consumo eléctrico de la máquina es de 1,5 kW-h a 2,29 soles. El costo del personal es de 1 200 soles mensuales más 9% por sus beneficios sociales. El consumo de la máquina es de 8 rollos al mes a 480 soles cada rollo. Parte del costo de mantenimiento

se obtiene de la cotización en el Anexo 3, siendo proyectado a 3 veces por el tiempo de vida de la máquina por S/5 270,00 cada uno.

Adicionalmente, según el manual de la máquina se estima un MTBF¹ cada 1416 horas y programando un cambio de resistencias cada 4 720 horas; por otra parte, los mantenimientos preventivos se realizarían en el segundo turno del día, debido a que la máquina trabajaría solo durante la mañana, con lo cual no se afectaría el tiempo de carga de la máquina

Con un valor residual de S/4 774,90; el costo de ciclo de vida de la máquina es de S/725 318,70. Se estaría programando intervenciones de mantenimiento preventivo cada 1 062 horas, es decir a un nivel de 75% del MTBF. Ver Tabla 5.23.

Tabla 5.23

Costos de ciclo de vida CCV de máquina enfajadora

Costos	Detalle	Costos	Costos Totales
Costo de Adquisición	Compra	S/46 565,00	S/47 749,00
	Instalación	S/1 184,00	
Costo de Operación	Electricidad		S/48 639,60
	Personal	S/1 200,00	S/156 960,00
	Materiales		S/460 800,00
Costo de Mantenimiento	Personal		S/135,00
	Materiales	S/5 270,00	S/15 810,00
Valor Residual			-S/4 774,90
Costo de Ciclo de Vida			S/725 318,70

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Costo de la Actividad B: Aplicar un diseño de producción nivelada (Heijunka).

El costo de esta actividad se basa en el costo de las horas que empleará personal en su implementación del *Heijunka* siendo este de 2 semanas, por un valor de S/654,00.

Costo de la Actividad C: Aplicar un plan de aseguramiento de la propuesta de solución.

El costo total de esta actividad es de S/590,88, siendo estos sus detalles en la Tabla 5.24.

¹ MTBF, se define como el tiempo promedio entre fallas y sus siglas del idioma inglés “Mean Time Between Failure”.

Tabla 5.24

Detalles del Costo de la Actividad A

	Detalle	Horas	Personal	H-H	Costo de recursos	Costos
Capacitación en el reconocimiento de PNC y eliminación de causa de rechazo de productos NC por maltrato de rollos.	Capacitación	2,00	9,00	18,00	S/12,54	S/225,72
Capacitar al personal en el uso de la enfajadora y trabajo celular	Capacitación	1,00	9,00	9,00	S/12,54	S/112,86
Colocar paneles con información actualizada, de la programación de la producción diaria	Tablero doble cara				S/85,00	S/110,00
	Varios				S/25,00	
Realizar un AMFE en la maquina Cortadora de Hojas.	Ingenieros	5,00	2,00	10,00	S/9,00	S/90,00
Colocar tablero de madera OSB a la zona de espera de rollos	Paletas				S/40,00	S/52,30
	Costos de instalación				S/12,30	
						S/590,88

Elaboración propia

En la tabla 5.25 se presenta el resumen del presupuesto general de ejecución del proyecto, siendo el costo total del mismo de S/726 563,58.

Tabla 5.25

Presupuesto general para la ejecución del proyecto

N	Actividad	Inversión
A	Mecanización de la operación de embalaje	S/725 318,70
B	Aplicar un diseño de producción nivelada (Heijunka).	S/654,00
C	Aplicar un plan de aseguramiento de la propuesta de solución.	S/112,86
		S/225,72
		S/52,30
		S/90,00
		S/110,00
		S/726 563,58

Fuente: QROMA, (2016).

Elaboración propia

5.2.3. Cronograma de implementación de la solución

El cronograma de implementación de solución de la Figura 5.2, con este formato de avance se tendrá la posibilidad de hacer el seguimiento semanal del proyecto, así mismo se puede contemplar el desarrollo del proyecto en 3 etapas (antes, durante y después del evento), y también con avances porcentuales de cumplimiento respecto al proyecto. Cabe mencionar que este cronograma es flexible y puede cambiar el orden de realización de las actividades.

Figura 5.2

Cronograma de Actividades



Fuente: QROMA, (2016)
Elaboración propia

Para poder sintetizar la información del presente capítulo en relación a los beneficios y costos de estos se resumen en la tabla 5.26.

Tabla 5.26

Síntesis de la cuantificación de los beneficios y costos del proyecto.

N	Actividad	Detalles	Beneficios Económicos Anuales	Inversión Total.
A	Mecanización de la operación de embalaje.	Beneficio por ahorro en mano de obra. Costo de Ciclo de Vida	S/99 504,00	S/725 318,70
B	Aplicar un diseño de producción nivelada (Heijunka).	Beneficio por balancear la línea de producción de conversión de hojas. Costo del salario del personal de ingeniería	S/87 121,62	S/654,00
		Beneficio por aumentar la producción de paquetes de lijas en empaquetado. Costo del salario del personal de ingeniería	S/26 400,00	
C	Aplicar un plan de aseguramiento de la propuesta de solución.	Costo por capacitar 12 colaboradores	S/0,00	S/112,86
		Beneficio y costo por capacitar 12 colaboradores, en el reconocimiento de los 15 tipos de defectos	S/27 140,07	S/225,72
		Beneficio y costo por eliminar el 0,05% de NC; rechazos de productos maltratados, o el equivalente a 707 hojas mensuales	S/13 570,04	S/52,30
		Beneficio y costo por aumentar en 1% la confiabilidad de las máquinas, que equivale a 4,5 minutos más de producción por máquina, o 166 hojas adicionales.	S/318 038,40	S/90,00
		Costo por instalar tablero de control visual de producción	S/0,00	S/110,00
			S/571 774,13	S/726 563,58

Elaboración propia

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y BENEFICIOS ESPERADOS

6.1. Determinación de escenarios que afectarían la solución

6.1.1. Escenario Pesimista.

La evaluación del escenario pesimista, contemplará las siguientes situaciones:

- El tipo de cambio se eleva a S/3,60.
- Las resistencias de la máquina enfajadora necesitan ser cambiadas cada 2 años, para el correcto funcionamiento de la misma
- La estandarización de los tipos de desperfectos no refleja una mejora del área.

El primer escenario, hace referencia al aumento del tipo de cambio de S/3,40 a S/3,60, debido al temor de las medidas que pueda tomar el Sistema de la Reserva Federal (FED) de EEUU, pudiendo hacer que el tipo de cambio sea muy fluctuante encareciendo el tipo de cambio nacional, elevando el costo de la maquina en S/3 475,00.

El segundo escenario, plantea una situación bastante probable en relación al tiempo de vida de las resistencias que necesitaría ser cambiadas de la máquina enfajadora, planteado el periodo de reemplazo de trianualmente al anual.

Aumentando el costo de mantenimiento en S/37 205,00.

Como tercer escenario, se estima que, a pesar de haber capacitado al personal en el área de conversión, en el reconocimiento de los 15 tipos de desperfectos en las hojas de lija no se logre un cambio significativo manteniendo el mismo nivel de productos no conformes, resultando un beneficio económico nulo.

De esta manera, en la Tabla 6.1 se aprecia los cambios de este escenario.

Tabla 6.1

Análisis de los Costos y Beneficios Económicos en una Situación Pesimista

N°	Actividad	Beneficios Económicos	Inversión
A	Mecanización de la operación de embalaje, a partir de la adquisición de una máquina de embalaje (enfajadora).	S/99 504,00	S/765 651,20
B	Aplicar un diseño de producción nivelada (Heijunka).	S/113 521,62	S/654,00
C	Aplicar un plan de aseguramiento de la propuesta de solución.	S/0,00	S/112,86
		S/0,00	S/225,72
		S/13 570,04	S/52,30
		S/318 038,40	S/90,00
		S/0,00	S/110,00
		S/544 634,06	S/766 896,08

Fuente: QROMA, (2016)
Elaboración propia

Esto representa una disminución del beneficio económico de 4,75% y un aumento de los costos en 5,57%, respecto a la situación más probable.

6.1.2. Escenario Optimista.

La evaluación del escenario optimista, contemplará las siguientes situaciones:

- Tipo de cambio del dólar descende a 3,20.
- Las resistencias de la máquina enfajadora necesitan ser cambiadas cada 4 años, para el correcto funcionamiento de la máquina.
- La estandarización de los tipos de desperfectos, complementa la eliminación de otros productos posiblemente no conformes (PNC) aumentando de 0,10% a 0,25%

El primer escenario optimista, plantea que el Sistema de la Reserva Federal (FED) de EEUU, no aumenta su tasa de interés, y debido a una buena coyuntura nacional e internacional el tipo de cambio disminuye a S/3,20 al momento de la compra de la máquina enfajadora, logrando que el costo de adquisición disminuya en S/2 085,00.

El segundo escenario optimista, se basa en el tiempo de vida de las resistencias de la máquina enfajadora, que es su mayor costo de mantenimiento, proponiendo que solo se necesitará cambiarlas cada 4 años, siendo necesario realizar el cambio 2 veces durante el tiempo de vida de la máquina, disminuyendo el costo de mantenimiento en S/5 315,00.

Finalmente, el tercer escenario, coloca la situación que la capacitación del personal en el reconocimiento de 15 tipos de defectos de hojas aporta en la disminución

de los productos posiblemente no conformes (PNC) del área de 0,10% a 0,20%, debido que esta identificación permite mejorar el producto que ingresa al área de conversión en áreas previas (fabricación y/o apresto), habiendo un aumento en el beneficio económico del S/38 205,43.

De esta manera, en la Tabla 6.2 se aprecia los cambios de este escenario.

Tabla 6.2.

Análisis de los Costos y Beneficios Económicos en una Situación Optimista

N	Actividad	Beneficios Económicos	Inversión
A	Mecanización de la operación de embalaje, a partir de la adquisición de una máquina de embalaje (enfajadora).	S/99 504,00	S/718 127,20
B	Aplicar un diseño de producción nivelada (Heijunka).	S/113 521,62	S/654,00
C	Aplicar un plan de aseguramiento de la propuesta de solución.	S/0,00	S/112,86
		S/54 280,15	S/225,72
		S/13 570,04	S/52,30
		S/318 038,40	S/90,00
		S/0,00	S/110,00
		S/598 914,20	S/719 372,08

Fuente: QROMA, (2016)

Obteniendo un aumento del beneficio económico de 4,75% y una disminución de los costos en 0,99% del proyecto.

6.2. Evaluación económica financiera de la solución

Para el análisis económico y financiero del proyecto, se consideró el escenario más probable, basado en la situación evaluada en el desarrollo de la solución, evaluando el flujo económico del proyecto, ya que QROMA S.A., es económicamente autosuficiente.

Tabla 6.3

Relación de inversión y beneficio económicos del proyecto.

N	Actividad	Beneficios Económicos	Inversión
A	Mecanización de la operación de embalaje, a partir de la adquisición de una máquina de embalaje (enfajadora).	S/99 504,00	S/725 318,70
B	Aplicar un diseño de producción nivelada (Heijunka).	S/113 521,62	S/654,00
C	Aplicar un plan de aseguramiento de la propuesta de solución.	S/0,00	S/112,86
		S/27 140,07	S/225,72
		S/13 570,04	S/52,30
		S/318 038,40	S/90,00
		S/0,00	S/110,00
		S/571 774,13	S/726 563,58

Fuente: QROMA, (2016)
Elaboración propia

Encontrando que los beneficios económicos son superiores a los costos de inversión, siendo viable proyectar a 5 años. Se considerará vender la máquina enfajadora al 5to año del proyecto en su valor residual, siendo su valor de depreciación anual de S/4 865,00. Ver Tabla 6.4.

Tabla 6.4

Análisis de Flujo de Caja Económico

Periodo	0	1	2	3	4	5
Inversión	-S/726 564					
Beneficio Económico:						
En la actividad A		S/99 504				
En la actividad B		S/113 521				
En la Actividad C		S/358 749				
Total, Beneficios		S/571 774				
Valor Residual (+)						S/28 649
Total, Anual	-S/726 564	S/571 774	S/571 774	S/571 774	S/571 774	S/600 424

Elaboración propia

Se proyecta los flujos anuales del proyecto al presente para hallar el Valor Actual Neto con un costo de oportunidad del 20% en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5

Análisis del Valor Actual Neto

	0	1	2	3	4	5
Factor utilizado	1,0000	0,8333	0,6944	0,5787	0,4823	0,4019
Valor al Kc (costo de capital propio)		S/476 478	S/397 065	S/330 888	S/275 740	S/241 297
Flujo acumulado		S/476 478	S/873 544	S/1 204 432	S/1 480 171	S/1 721 468
Valor actual neto	-S/726 564	-S/250 085	S/146 980	S/477 868	S/753 608	S/995 905

Elaboración propia

Probando la viabilidad del proyecto, con un VAN de S/994 904, con un costo de oportunidad (Kc) del 20%, un TIR de 74%, que al haber un periodo con flujo negativo se calculará una TIR modificada con un valor del 43% y un tiempo de recuperación de 1 año y 8 meses.

6.3. Análisis del impacto social y ambiental de la solución

Para el análisis del impacto social y ambiental, se tomó en consideración el análisis PESTAL e indicadores relacionados a QROMA.

Impacto Social.

El tercer aspecto del PESTAL, evalúa como las distintas fuerzas dentro de la sociedad afectan sus actitudes, y en sus decisiones de compra. Ver Tabla 6.6.

Tabla 6.6

VARIABLES SOCIALES Y SUS EFECTOS.

Variable: Incidencia en la pobreza	Efecto
En el año 2014, el 4,3% de la población del país se encontraba en situación de pobreza extrema, que equivale a 1 millón 325 mil personas que tenían un gasto per cápita inferior al costo de la canasta básica de alimentos. Comparando los años 2013 y 2014, la pobreza extrema disminuyó en 0,4 puntos porcentuales, lo que equivale a 107 mil personas.	Los programas sociales, entre ellos el programa JUNTOS, y el crecimiento de la economía permite tener mejores ingresos a una parte de la población, adicional a esto, distintas industrias fomentan la creación de más empleos. A esto, se fomenta la mejora de la calidad de vida, con la cual más personas tienden a mejorar sus viviendas.
Variable: Imagen Corporativa	Efecto
QROMA tiene diferentes campañas, entre ellas “Tu fachada por una pintada” desarrollada por la agencia FCB mayo y que celebra el ‘Mes de la Pintura’ una iniciativa de la empresa que tiene en su portafolio de marcas a American Colors, Tekno, CPP, Vencedor y Fast.	Esta campaña institucional busca fomentar el pintado de las fachadas para mejorar la imagen de la ciudad. ‘Un movimiento para que todos recuperemos el saludable hábito de pintar nuestra casa.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2014). La República, (2015)
Elaboración propia

El primer indicador es la relación producto capital del proyecto, que mide el valor agregado entre la inversión total, generando S/0,79 por cada sol invertido en el proyecto, que se reflejará en los ingresos de la planta, aportando más impuestos al estado y/o se puede reflejar en mayores utilidades. Ver Tabla 6.8.

Tabla 6.7

Relación producto capital del proyecto

Valor Agregado	S/571 774,13
Ahorros del Proyecto	S/726 563,58
Relación Producto Capital	S/0,79

Elaboración propia

Se presenta el indicador de intensidad de capital, que es la relación entre la inversión total y los ahorros del proyecto, necesitándose S/1,27 para poder generar un sol en el proyecto. Ver Tabla 6.8.

Tabla 6.8

Intensidad de capital

Inversión Total	S/726 563,58
Ahorros del Proyecto	S/571 774,13
Intensidad de Capital	S/1,27

Elaboración propia

Finalmente, se mide el valor bruto de producción respecto al personal ocupado enfrentando la situación actual contra la propuesta, encontrando que con la situación propuesta aumentaría hasta en 11 veces el valor bruto de la producción. Ver Tabla 6.9.

Tabla 6.9

Valor Bruto de Producción respecto del personal ocupado

	Actual	Propuesto
Producción Total	800 paquetes/día	1130 paquetes/día
Personal Ocupado	8 personas/día	1 personas/día
Valor Bruto de Producción respecto del personal ocupado	100 paquetes/persona	1130 paquetes/persona

Elaboración propia

Impacto Ambiental.

Con el análisis PESTAL, se evalúa la legislación actual del cuidado del medio ambiente, siendo en la Tabla 6.10 la variable elegida en base a la normativa legal actual y su efecto respectivo.

Tabla 6.10

VARIABLES AMBIENTALES Y SUS EFECTOS.

Variable: Normativa ambiental	Efecto
Mediante Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, se estableció los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana	De acuerdo a la promulgación de esta Ley, se tiene que garantizar el manejo responsable de sólidos y residuos peligrosos. Entre ellos pinturas, resinas, y sus derivados. Por tal motivo QROMA viene aplicando constantes mejoras e inversiones en el tratamiento, eliminación, y reducción de estos, como análisis periódicos para su seguimiento.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas del Perú, (2004).

Elaboración propia

Adicionalmente, complementamos el análisis con un EIA (Evaluación del Impacto Ambiental), para poder prevenir, identificar e interpretar los impactos que producirá el proyecto. Con los siguientes parámetros de la Tabla 6.11.

Tabla 6.11

Parámetros EIA

SIGNIFICANCIA	VALORACION
Muy poco significativo (1)	0.10 - 0.39
Poco significativo (2)	0.40 - 0.49
Moderadamente significativo (3)	0.50 - 0.59
Muy significativo (4)	0.60 - 0.69
Altamente significativo (5)	0.70 - 1.0

Rangos	Magnitud (m)	Duración (d)	Extensión (e)	Sensibilidad (s)	
1	Muy pequeña	Días	Puntual	0,8	Nula
	Casi Imperceptible	1-7 días	En un punto del Proyecto		
2	Pequeña	Semanas	Local	0,85	Baja
	Leve alteración	1-4 semanas	En su sección del proyecto		
3	Mediana	Meses	Área del Proyecto	0,9	Mediana
	Moderada alteración	1-12 meses	En el área del proyecto		
4	Alta	Años	Más allá del proyecto	0,95	Alta
	Se produce modificación	1-10 años	Dentro del área de influencia		
5	Muy Alta	Permanente	Distrital	1	Extrema
	Modificación sustancial	Más de 10 años	Fuera del área de Influencia		

Elaboración propia

A continuación, con los parámetros de evaluación del EIA, se elabora la matriz Leopold, que permitirá evaluar cada actividad de la solución propuesta y contrastarla con factores ambientales que influencia el proyecto. Ver Tabla 6.12.

Tabla 6.12

Matriz de Leopold.

N°	Elementos Ambientales/ Impactos	Solución Propuesta
		Aplicar un programa de producción nivelada según los lineamientos del Lean Manufacturing.
A	AIRE	
A.1	Contaminación del aire por emisiones de combustión	0,16
A.2	Contaminación del aire debido a la emisión de vapor de agua	0,16
A.3	Ruido generado por las máquinas (contaminación sonora)	0,54
AG	AGUA	
AG1	Contaminación de aguas superficiales	NA
AG2	Contaminación de aguas subterráneas	NA
S	SUELO	
S1	Contaminación por residuos de materiales, embalajes	0,28
S2	Contaminación por vertido de efluentes	NA
S3	Contaminación por residuos peligrosos: trapos con grasa, aceites residuales	NA
FL	FLORA	
FL1	Eliminación de la cobertura vegetal	NA
FA	FAUNA	
FA1	Alteración del hábitat de la fauna	NA
P	SEGURIDAD Y SALUD	
P1	Riesgo de exposición del personal a ruidos intensos	0,50
E	ECONOMIA	
E1	Generación de empleo	NA
E2	Dinamización de las economías locales	NA

Elaboración propia

Habiendo Recuperado estos resultados, a través de la siguiente fórmula:

$$IS = [(2m + d + e) / 20] * s$$

Donde a través de la matriz de magnitudes de impacto ambiental, se puede evaluar cada uno de estos elementos en relación a la solución propuesta. Ver Tabla 6.13

Tabla 6.13

Resumen de magnitudes de impacto ambiental.

Valor	m	d	E	s	Total
A.1/a	1	1	1	0,8	0,16
A.2/a	1	1	1	0,8	0,16
A.3/a	3	1	5	0,9	0,54
S1/a	1	1	4	0,8	0,28
P1/a	3	1	4	0,9	0,50

Elaboración propia

Concluyendo que A3/a, es el impacto ambiental relacionado a la contaminación del aire por ruido generado por las máquinas (contaminación sonora) con mayor valoración (0.54) y de significancia moderada (3).

Adicionalmente, el valor P1/a, riesgo de exposición del personal a ruidos intensos, impacta en la seguridad y salud de los colaboradores con un valor aproximado (0.50) y también de significancia moderada (3). Por tal motivo, se tiene que tomar las medidas

preventivas necesarias, para poder mitigar estos impactos a través de EPP (equipos de protección personal), como medida de mitigación inmediata, siendo el caso de que QROMA, ya toma estas medidas con antelación.



CONCLUSIONES

- El análisis en el área de conversión de la planta de producción de lijas, se facilitó mediante el uso de lineamientos Lean a partir del Mapeo de la Cadena de Valor (VALUE STREAM MAPPING – VSM), encontrando que solo el 6,55% del tiempo total de producción agrega valor, con un Lead Time de 15,05 días. Siendo el área de conversión el proceso con mayor Lead Time de 7,63 días, el cual demuestra un claro despilfarro por sus altos tiempos de producción.
- Empleando el Mapeo de la Cadena de Valor (VALUE STREAM MAPPING – VSM) y el análisis del diagrama de relaciones de causa efecto, se determinaron los distintos desperdicios del área, resultando que el principal problema del área de conversión en la planta de producción de lijas, es la sobreproducción, la cual hace mal ya que su impacto se demuestra en el Box Score de la planta con un Lead Time de producción fuera de la meta establecida; mayor a 10 días, y genera pérdidas de ventas por no atender a tiempo a los clientes de alrededor de 1,5% mensual, causada por una inadecuada administración de la producción, falta de capacitación al personal, un inadecuado mantenimiento a las Cortadoras de Hojas y demoras de aprobación de lotes por Control de Calidad.
- Se plantearon dos alternativas de solución, la primera “Mejorar el sistema de planeamiento de producción aplicando un MRP nivel I” y la segunda, “Aplicar un programa de producción nivelada según los lineamientos del Lean Manufacturing”. De la selección se eligió como la mejor la segunda alternativa, al contar con la mayor puntuación, al momento de hacer un ranking de factores. Siendo esta la mejor porque es la que solucionaría la totalidad de las causas raíces encontradas. Adicionalmente, su nivel de complejidad es mucho menor, su tiempo de implementación menor, el nivel de inversión esperado menor, una mayor satisfacción del cliente, se alinearía mejor a la filosofía de la empresa y sería más fácil de aplicar.
- La solución escogida debe ser desarrollada en tres distintas actividades; mecanización de la operación de embalaje (a partir de la adquisición de una máquina de embalaje y/o enfajadora), aplicar un diseño de producción nivelada (Heijunka), y efectuar un plan de aseguramiento de la propuesta de solución. Siendo lo más beneficioso de esta

solución el poder eliminar la sobreproducción del área mecanizando y reduciendo el personal, tener un ritmo de producción estable sin excedentes de producción, con un flujo de materiales y operarios nivelado, y una mayor capacidad de atención de cambios de producción.

- El beneficios económicos o ahorro para la empresa, será de S/571 774 con un VAN de S/994 904, a una tasa del 20%, y una TIR modificada de 43%, siendo su impacto muy beneficio para la empresa, ya que QROMA, siempre busca una mayor rentabilidad de su producción, siendo viable en distintos escenarios; eligiéndose el más probable, para desarrollar la ingeniería del proyecto. Concluyendo que la aplicación de herramientas del Lean Manufacturing en la planta de Lijas brindará una mayor continuidad, fluidez y variedad a los procesos de producción de lijas. Así como, una disminución de los tiempos de entrega.



RECOMENDACIONES

- Realizar seguimientos periódicos a los supervisores del área, ya que es probable que con el tiempo esta situación se vuelva a presentar, debido a que parte del alto lead time del área de conversión era la alta cantidad de lotes en proceso sin concluir por estos.
- El uso de la metodología para la identificación de causas raíces, junto con el Mapeo de la Cadena de Valor (VALUE STREAM MAPPING – VSM), potenciará la eliminación de otros desperdicios encontrados en la cadena de producción, pero se recomienda probar su efectividad a mediano y largo plazo en relación a los ahorros que estas puedan generar.
- Es probable que la efectividad de la solución elegida, se vea afectada en caso varíe la producción demandada, ya que afectaría al valor del Tack Time de la empresa, y la cantidad de horas y operarios necesarios a programar al día, para satisfacer a la demanda, es recomendable generar escenarios con estas situaciones, para tomar medidas preventivas bajo estas proyecciones para tomar medidas preventivas.
- El beneficio de esta solución podría verse afectado en el tiempo, por tal motivo se recomienda, generar indicadores, que estén dentro del Hoshin Kanri del siguiente año, que permitirá tener un seguimiento histórico y plantear nuevos objetivos.
- El valor de los ahorros proyectados, podrán verse afectados en caso se presenten algunos de los escenarios planteados, por tal motivo se velará por su aplicación inmediata y en los tiempos propuestos, de esta manera habrá cambios económicos mínimos.

REFERENCIAS

- Abralit S.A. (2016). *Nosotros*. Recuperado de <http://www.abralit.com.pe/nosotros.html>
- America Economía. (2013). *Industria de ferretería y mejoramiento del hogar facturaría más de US\$4.000M anuales en el Perú*. Recuperado de <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/multilatinas/industria-de-ferreteria-y-mejoramiento-del-hogar-facturaria-mas-de>
- BuenasTareas.com. (2014). *Croma*. Recuperado de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Croma/63270304.html>
- Cordova, F., & Vargas, J. (2013). *Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta* (tesis de ingeniería). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4712>
- Delgado, G., & Hernández, S. (2013). *Diseño de Prácticas para Manufactura Esbelta* (tesis de ingeniería). Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/5818/1/Tesis.pdf>
- Engineeringhelps. (2010). *Mapeo de la cadena de valor (Value stream mapping)*. Recuperado de <https://engineeringhelps.wordpress.com/2010/03/07/mapeo-de-la-cadena-de-valor-value-stream-mapping/>
- Ferrero, A. (2015). *Estabilidad política y económica en Perú*. Recuperado de <http://www.americaeconomia.com/economia-mercados/comercio/estabilidad-politica-y-economica-en-peru>
- Gestión. (2015). *BCR: tendencia de la cotización del dólar para el 2016 aún no está definida*. Recuperado de <http://gestion.pe/economia/bcr-tendencia-cotizacion-dolar-2016-aun-no-esta-definida-2150867>
- Gestión. (2015). *MVCS: Más de 150,000 viviendas se concretaron con programas del Gobierno*. Recuperado de <http://gestion.pe/inmobiliaria/mvcs-mas-150-mil-viviendas-se-concretaron-programas-gobierno-2135006>
- Gestión. (2015). *Sector mejoramiento del hogar cerraría el 2015 con crecimiento de 5%*. Recuperado de <http://gestion.pe/economia/sector-mejoramiento-hogar-cerraria-2015-crecimiento-5-2143394>
- Inei. (2014). *Resumen ejecutivo evolución de la incidencia de la pobreza monetaria, 2004-2014*. Recuperado del sitio de Internet del Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1306/resumen.pdf

- La República. (2015). *Qroma presentó 'el mes de la pintura' para promover el pintado de fachadas*. Recuperado de <http://larepublica.pe/marketing/722563-qroma-presento-el-mes-de-la-pintura-para-promoveer-el-pintado-de-fachadas>
- Minem. (2004). *Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos*. Recuperado del sitio de Internet del Ministerio de Energía y Minas del Perú. [http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/legislacion/Reglament o%20Ley%2027314%20Residuos%20S%C3%83%C2%B3lidos.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/legislacion/Reglament%20Ley%2027314%20Residuos%20S%C3%83%C2%B3lidos.pdf)
- QROMA S.A. (2015). *Historia*. Recuperado de <http://www.qroma.com.pe/nuestra-empresa/historia>
- Quickpack Perú S.A.C. (2016). *Enfajadoras*. Recuperado de <http://www.quickpackperu.com/ENFAJADORAS.html>
- Quickpack Peru S.A.C. (2016). *Quickpack Peru*. Recuperado de <http://www.quickpackperu.com/>
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). El concepto de lean manufacturing. En M. Rajadell, & J. L. Sánchez, *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Diaz de Santos.
- Ruiz, E., Mayorga, M., & Rau, J. (2014). *Herramientas de manufactura esbelta aplicadas a una propuesta de mejora en un laboratorio químico de análisis de minerales de una empresa comercializadora* (tesis de maestría). Recuperado de Sistema de Bibliotecas PUCP: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5270>
- Semanaeconomica. (2015). *BCR redujo de 3.1% a 2.9% proyección de crecimiento de la economía peruana para el 2015*. Recuperado de <http://semanaeconomica.com/article/economia/macroeconomia/176113-bcr-redujo-de-3-1-a-2-9-proyeccion>
- Socconini, L. (2013). Los grandes desperdicios y sus generadores. En L. Socconini, *Lean Manufacturing paso a paso*. Mexico D.F.: Norma.
- Sodimac. (2016). *Tableros OSB*. Recuperado de <http://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/category/cat20116/Tableros-OSB>
- ULMA Packaging, S.Coop. (2016). *Enfajadora SVS*. Recuperado de <http://www.ulmapackaging.com/maquinas-de-ensado/retractil-enfajado/svs>
- Wikipedia. (2015). *Planificación de los requerimientos de material*. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Planificaci%C3%B3n_de_los_requerimientos_de_ material](https://es.wikipedia.org/wiki/Planificaci%C3%B3n_de_los_requerimientos_de_material)



Anexo 1: Cotización y especificaciones técnicas Máquina Enfajadora.

En la siguiente figura se muestra la cotización hecha a *Quick Pack Perú S.A.*

Figura Anexo 1.1

Cotización y especificaciones técnicas Máquina Enfajadora (página 1 de 3).



Quickpack Perú S.A.C.
Sistemas de empaque

Calle Salaverry 1485, Surquillo
Lima 34 - Peru
Teléfonos: (1) 2413561 / 2413267 / 2416230
www.quickpackperu.com
e-mail: info@quickpackperu.com

Surquillo, 20 de enero de 2016

Oferta N°47/2016

Señores
QROMA-ABRALIT S.A.
e-mail: dmelendez@qroma.com.pe

Atn. Sr. Diego Meléndez Rodríguez
Asistente de planeamiento de producción



ENFAJADORA SEMI AUTOMATICA ST 6030

- Alimentación manual
- Empujador automático (también puede operarse manualmente)
- Enfajadora a doble bobina.
- Desenrollador superior e inferior motorizado
- Selladora neumática, la cual se acciona mediante pulsadores ubicados en la parte lateral.
- Presionador neumático
- Cuchilla de corte en lámina recubierta en teflón
- Tiempo de sello y temperatura de la cuchilla de corte regulable.
- Dos botones de paro de emergencia

Fuente: QROMA, (2016)

Figura Anexo 1.2

Cotización y especificaciones técnicas Máquina Enfajadora (página 2de 3).



Quickpack Perú S.A.C.
Sistemas de empaque

Calle Salaverry 1485, Surquillo
Lima 34 – Peru
Teléfonos: (1) 2413561 / 2413267 / 2416230
www.quickpackperu.com
e-mail: info@quickpackperu.com

- Dimensiones máquina (L x W x h mm) 1370 x 920 x 1800
- Dimensiones máximas de paquete (L x W x h mm) 500 x 300 x 300
- Dimensiones máximas bobina: 700 mm
- Alimentación: 1.5 Kw
- Voltaje: 220 V – 60 Hz, 3 ph
- Presión neumática requerida: (MPa) 0. 4-0. 6
- Peso: 295 Kg
- Producción 8-12 paquetes/minuto

TUNEL DE RETRACCION SM 6040S

- Transportador a rodillos siliconados a Velocidad Variable controlada por inversor electrónico.
- Motor ubicado en la parte superior del túnel para garantizar una abundante circulación de aire.
- Resistencias en acero inoxidable ubicadas en ambos lados
- Temperatura regulable hasta 250 °C
- Ventilador a la salida del túnel para el enfriamiento de los paquetes
- Dimensiones túnel L x W x h: 2400 x 900 x 1670h mm.
- Dimensiones cámara L x W x h: 1500 x 600 x 400 h mm.
- Máximas dimensiones del paquete: w:500 x 330h mm.
- Potencia instalada: 18 Kw/h
- Voltaje: 220 V – 60 hz, 3 Ph
- Peso Neto: 550 Kg

**Elaborado en conformidad con la Normas CE
Certificación ISO 9001**

PRECIO TOTAL ST 6030 + SM 6040

US\$ 13.900.- + IGV

Fuente: QROMA, (2016)

Figura 1.3

Cotización y especificaciones técnicas Máquina Enfajadora (página 3 de 3).



Quickpack Perú S.A.C.
Sistemas de empaque

Calle Salaverry 1485, Surquillo
Lima 34 - Peru
Teléfonos: (1) 2413561 / 2413267 / 2416230
www.quickpackperu.com
e-mail: info@quickpackperu.com

CONDICIONES DE VENTA

Tiempo de entrega:	75-90 días de recibida la orden de compra y el anticipo (dependiendo del transporte y nacionalización)
Sitio de entrega:	Instalaciones cliente en Lima
Garantía:	12 meses a la fecha de entrega considerando un uso de la máquina de 8 horas diarias. Todas las piezas eventualmente defectuosas por fabricación serán reemplazadas sin costo. La garantía no es aplicable a partes de normal desgaste. La garantía no es aplicable a piezas dañadas por negligencia, por accidentes, por conexiones equivocadas. La garantía se pierde por incumplimiento en la forma de pago pactada
Forma de Pago:	50 % Anticipado 50 % Contra entrega

VALIDEZ DE LA PRESENTE OFERTA 30 DÍAS

Declarándonos siempre a vuestra disposición para cualquier consulta técnica o comercial aprovechamos la ocasión para enviarles nuestro cordial saludo.

Atentamente,

QUICKPACK PERU S.A.C.

ARTURO LA ROTTA MOLENDA

Fuente: QROMA, (2016)

En este sentido podemos la máquina cotizada sería la elegida para la propuesta del proyecto actual.

88

Anexo 2: Formato de llenado del AMEF

Siendo los siguientes los criterios para su evaluación. Ver Tabla Anexo 2.1

Tabla Anexo 2.1

Tabla de Evaluación AMEF

3			
	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECTABILIDAD
10	El problema afecta significativamente al cliente externo. Ha afectado varios procesos y se generan re trabajos para corregirlo. El proceso debe repetirse.	El problema se presenta diario	Al ocurrir el problema, éste nunca es detectado en el proceso, pasando directamente al proceso siguiente y/o al cliente final
9	El problema afecta significativamente al cliente externo, afecta varios procesos y genera re trabajos, sin embargo, no es necesario repetir el proceso.	El problema se presenta cada 3 días	En más de una etapa del proceso se lleva a cabo una revisión al 100% buscando detectar y corregir el problema
8	El problema ocasiona que el proceso genere resultados negativos para el cliente externo, sin embargo, el impacto para el cliente es menor.	El problema se presenta cada semana	En una de las etapas del proceso se lleva a cabo una revisión al 100% buscando detectar y corregir el problema
7	El problema genera Re trabajos, retrasos, afecta otros procesos y al cliente interno (otras áreas)	El problema se presenta cada 2 semanas	En algunas etapas del proceso se realizan revisiones para identificar el problema sin que existan medios que permitan identificar rápidamente cuando el problema ha ocurrido.
6	El problema genera Re trabajos considerables, se ocasionan retrasos y se afecta el desempeño de otros procesos.	El problema se presenta cada 3 semanas	Se cuenta con mecanismos (andón) que hagan evidente que el problema ha ocurrido, sin embargo, depende de revisiones una vez al día
5	El problema genera Re trabajos considerables dentro del proceso ocasionando retrasos. Se evitan aún las afectaciones a otros procesos.	El problema se presenta cada mes	Se cuenta con mecanismos (andón) que hagan evidente que el problema ha ocurrido, sin embargo, depende de revisiones informales varias veces al día
4	El problema genera Re trabajos menores dentro del proceso ocasionando retrasos. Se evitan aún las afectaciones a otros procesos.	El problema se presenta cada 2 meses	Se cuenta con mecanismos (andón) que hagan evidente que el problema ha ocurrido, sin embargo, depende de revisiones continuas durante el día
3	El problema es percibido en el proceso y por el cliente, las implicaciones son menores y puede continuarse el proceso de manera regular.	El problema se presenta cada 3 meses	Se tienen identificadas las principales variables causa del problema y se tienen controles enfocados en detectarlas, sin embargo, no se tiene algún mecanismo automático que lo detecte en un 100%
2	El problema es percibido en el proceso, sin embargo, el proceso puede continuar sin afectar al cliente interno o externo.	El problema se presenta cada seis meses	El problema puede surgir y es detectado en un 100%, sin embargo, no se elimina la posibilidad de que se afecte al cliente interno o externo.
1	El problema es imperceptible y no genera problemas para el proceso ni para el cliente interno o externo.	El problema se presenta una vez al año	El problema es detectado en un 100% por un medio automático y/o electrónico y es imposible que se afecte al cliente interno o externo

Fuente: QROMA, (2016)

Elaboración propia

Anexo 3: Cotización de resistencias.

Figura 3.1.

Cotización de resistencias, para máquina enfajadora

		Oficina Comercial: Urb. Bancarios G-3, Piso 2, J.L.B. y Rivero – Telf.: 054-425847 Taller: Villa Eléctrica B-15, J.L.B. y Rivero - Celular: 981609888, 9981609888 RUC: 20454861977 - Email: solinner@gmail.com			
PRESUPUESTO DPI0493/15		09/03/2016			
Sr(esa):		CORPORACION PERUANA DE PRODUCTOS QUIMICOS S.A.			
Atención:		ING. I. NUÑEZ- JEFE DE MANTENIMIENTO			
Estimado Cliente mediante la presente le alcanzamos nuestra propuesta técnica y económica:					
Item	Cant.	U/M	Descripción	P. Unitario S/.	Total S/.
1	1	Pza.	Bloque de 6 resistencias eléctricas modelo tubular espiral con brida de bronce sujetos a una plancha de acero inox, 3500 Watts, 14 Ohmios según muestra. GUIA CPPQ N° 362- 367 GUIA SOLINNER SRL 001-987	S/., 5,270.00	S/., 5,270.00

Fuente: QROMA, (2016)

SCIENTIA ET PRAXIS