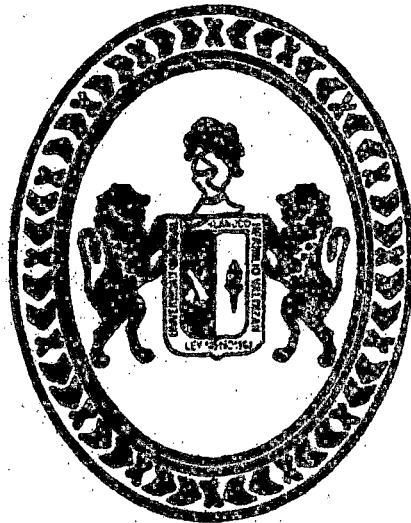


UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**"PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE
MANUFACTURA ESBELTA EN LA LÍNEA DE ENVASADOS
PET DE LA PLANTA AJEPER DEL ORIENTE 2015"**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

TESISTA:

Bach. LAURELL GRANDE GIANCARLO PAOLO

HUÁNUCO - PERÚ

2015

DEDICATORIA

A mi madre Betzi Liliana
Grande Ramírez, cuya
memoria llevo en el recuerdo
cada día que pasa.

Giancarlo Paolo

AGRADECIMIENTO

A Dios por la fortaleza para superar los obstáculos del día a día. A mis padres Boris y Betzi por su constante desprendimiento en mi recorrido. A mis hermanas Andry, Cindy y Claudia por su incondicional apoyo y cariño.

A mi novia Martha Edith, por su infaltable compañía y ánimo en la culminación de lo emprendido.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas y a sus docentes por la enseñanzas vertidas durante mi formación profesional.

Al jurado evaluador por sus valiosas recomendaciones. Al Dr. Ing. Guillermo Augusto Bocangel Weydert por sus orientaciones como asesor durante la realización de la presente investigación.

A la Mg. Cindy Esther Bardales Ramírez por sus aportes vertidos en el desarrollo de la investigación como asesora externa.

Al personal de la planta AJEPER del Oriente, por las facilidades brindadas durante el desarrollo de la investigación.

A todos mis amigos y personas que me brindaron su respaldo y asistencia en la culminación de la presente investigación.

RESUMEN

La investigación está basada en el problema planteado: ¿Será posible elaborar la propuesta de implantación del sistema de manufactura esbelta en la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente?

El objetivo general de la investigación fue elaborar la propuesta de implantación del sistema de manufactura esbelta en la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente. Se desarrolló una investigación básica de nivel descriptivo, de diseño no experimental de tipo descriptivo simple.

La población estuvo constituida por el 100% de fábricas de bebidas PET de la ciudad de Pucallpa. La muestra conformada por la fábrica AJEPER del Oriente se seleccionó a través del método de muestreo no probabilístico mediante la técnica de selección intencionada o de conveniencia. La ficha de observación y la hoja de ruta fueron los principales instrumentos empleados en la recolección de los datos. Del análisis resulta:

- En la línea productiva de la planta AJEPER, las bebidas gasificadas comprenden la mayor producción e ingresos generados. Así mismo, el desperdicio supone mayor coste de fabricación de las unidades en las bebidas gasificadas.
- De acuerdo al análisis de la ponderación por factor de producción, el llenado dentro de la línea de bebidas gaseosas es el proceso que debe ser mejorado para disminuir los desperdicios en el proceso productivo de la línea de envasados PET de la planta AJEPER del Oriente.

- Los problemas más frecuentes en el área de llenado son: las demoras en cambio de formatos, las paradas por cambio de sabor y, las paradas por trabas de botella, las que conforman los pocos vitales a priorizar en la determinación de sus causas.
- Se observa que los proyectos de calidad en la fuente (Jidoka) y ERP deben considerarse críticos, aunque hay que tener en cuenta que son muy difíciles para ser implementados pues implican un factor presupuestal representativo.
- Las técnicas de Manufactura Esbelta consideradas con alto impacto en la mejora y alta factibilidad son: trabajo en equipo (Kaizen Blitz), intercambio rápido (SMED), metodología 5S, control estadístico de procesos, mantenimiento productivo total (TPM), teoría de restricciones TOC, Takt Time.

Palabras clave: Manufactura esbelta, envasados PET, planta AJEPER.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
INDICE.....	vi
INTRODUCCION	viii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. Antecedentes de la investigación.....	11
1.1.1. Internacional.....	11
1.1.2. Nacional	14
1.2. Bases teóricas	18
1.2.1. Sistema de manufactura esbelta	18
1.2.2. Línea de envasados PET	26
1.2.3. Planta AJEPER del Oriente	28
1.3. Hipótesis.....	32
1.4. Variables.....	33
1.5. Indicadores	33
1.6. Objetivos.....	34
1.6.1. Objetivo general	34
1.6.2. Objetivos específicos.....	34
1.7. Población y muestra	35
1.7.1. Población	35
1.7.2. Muestra	35
CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO.....	36

2.1. Métodos.....	36
2.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
2.3. Procesamiento y presentación de datos	37
CAPÍTULO III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	38
3.1. Descripción del proceso productivo de la línea de envasados PET de la planta AJEPER del Oriente.....	38
3.2. Metodología de implantación del sistema de manufactura esbelta para mejorar el proceso productivo de la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente.	44
CONCLUSIONES	68
SUGERENCIAS.....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	72
ANEXOS.....	75

INTRODUCCION

Las empresas de cualquier tamaño en cualquier parte del mundo deben preocuparse por desarrollar su competitividad (Mitre, 1998). Para lograr este desarrollo, las empresas pueden optar por diferentes tácticas innovadoras (Niño & Bednarek, 2010). En los últimos 25 años han surgido gran cantidad de estrategias para el mejoramiento de los procesos productivos con las cuales se busca la excelencia industrial (Arrieta, Botero & Romano, 2010).

La manufactura esbelta (Lean Manufacturing) representa una serie de disciplinas interdependientes diseñadas para impactar en la productividad, la calidad y la cultura de una organización. En la actualidad, ya no cabe duda alguna de que la adopción del sistema de manufactura esbelta, de forma correcta y completa, conduce al éxito, basado en importantes mejoras en la eficiencia y competitividad.

Sin embargo, es de esperar que la mayoría de las empresas en el Perú, no apliquen esta metodología por falta de conocimiento (Mejía, 2013). La planta AJEPER del Oriente, comenzó sus operaciones en Perú vendiendo refrescos puerta a puerta. El éxito logrado ha permitido a la empresa desarrollar nuevas operaciones en otros países donde ha podido ofrecer refrescos de calidad con una amplia diferencia de precios respecto a marcas líderes en esos mercados. Sus productos se ofrecen al "precio justo". Su marca bandera en Perú, KR, ha contribuido significativamente a las ventas de AJE. Para cumplir con dos retos fundamentales: llevar a los

consumidores productos de la mejor calidad a precio justo y contribuir a la expansión del mercado de bebidas gaseosas. Sin embargo, en la línea de envasados PET, se presentan problemas de baja productividad, exceso de inventario y alta rotación en su personal, entre otros problemas que ameritan ser identificadas y solucionadas con el fin de incrementar el rendimiento de la producción manteniendo la calidad de sus productos.

En ese sentido, es oportuno poner a prueba el sistema de manufactura esbelta a través de una propuesta de implementación en la línea de envasados PET que permita realizar un análisis del sistema productivo de la empresa.

El gráfico de Value Stream inicial de la Planta AJEPER del Oriente, expone la demanda de producción 1440 cajas diarias en una jornada de trabajo de 8 horas. Sólo en el año 2014 la línea de envasados PET ha presentado alrededor de 5243 horas hombre en paradas por fallas en los equipos de empacadora, etiquetadora, capsuladora y llenadora equivalentes a la inversión adicional de más de \$66 000.00 al año. Entre otras paradas ajenas a la línea de envasados, la traba de botellas y la desincronización de agrupadores/peinetas suman 887 horas hombre de inversión adicional a lo antes mencionado.

En ese sentido, el presente proyecto propone la elaboración de una propuesta de implantación del Sistema de Manufactura Esbelta como una de esas estrategias, así como una metodología lógica y pertinente para lograr

implantarlo a partir del análisis de las condiciones, características y factores críticos en implementaciones exitosas demostradas a partir de la eliminación de todo tipo de desperdicio, reduciendo tiempos de respuesta y originando una alta flexibilidad en sus procesos con el fin de incrementar la competitividad de la Planta AJEPER del Oriente.

La propuesta de implantación de un modelo del Sistema de Manufactura Esbelta aportara efectos positivos directamente hacia la línea de envasados PET de la planta AJEPER del Oriente. A través de este estudio se verá la importancia y la necesidad de que la alta gerencia observe las técnicas de la Manufactura Esbelta y decida incluirla como una estrategia de competitividad. De esta manera se vincularán los niveles táctico y operativo, incluyendo los indicadores de gestión de la técnica, dentro del sistema de medición de la compañía. Además de considerar la estrategia de manufactura que la empresa ya disponga (costo, calidad, tiempo de entrega y/o flexibilidad), evaluar los indicadores de gestión es una práctica muy importante para generar una cultura de mejoramiento continuo, tal como lo sugieren Martínez y Pérez (2001).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. Internacional

Álvarez et al. (2010), realizaron una investigación con el propósito de proponer una metodología de mejora de los procesos en el Departamento de Embarques y Taller 21 a través de algunas herramientas de Lean Manufacturing. Concluyen: La implementación de "Isla de Excelencia" de 5's solucionará los principales obstáculos para que el Departamento de Embarques y Taller 21 envíe en tiempo y forma los componentes ocasionados por la poca visibilidad de los procesos, la dependencia de la documentación generada por otras áreas y los desperdicios generados por el inventario de contenedores, de movimientos y de tiempos. La implementación de una célula administrativa en donde se involucre a los proveedores de información agilizará el envío de los componentes. La implementación de la primera S del sistema de 5's se realizó con éxito, logrando extender el área de trabajo del Departamento de Embarques y Taller 21 con los

objetos y materiales necesarios, desechando aquellos que son inútiles.

Hernández (2010) ejecutó una investigación con el objetivo de implementar las técnicas de Manufactura Esbelta en una planta de empaque de producto terminado para aumentar la eficiencia del módulo. Los resultados evidencian la eliminación de desperdicios en el módulo de empaque, reduciendo el porcentaje de segundas, inventarios entre las operaciones, tiempos de espera por falta de accesorios y la sobreproducción. La herramienta Layout y los jidokas permitirán un flujo continuo en módulo de empaque separando la operación inspección con la de empaque. La administración visual por medio de los semáforos que alertan cuando los módulos se quedan sin carga o si la maquinaria se descompone reducirá tiempos de ocio de los operarios. El sistema Kanban indica las especificaciones de empaque de cada unidad que se procesa así como la retroalimentación entre departamentos para mantener balanceados los procesos. Se estableció un check list para evaluar continuamente las 5'S, esto mantendrá lo necesario para la producción, aumentando la eficiencia del módulo y manteniendo un flujo constante de unidades.

Polanco (2008) realizó un estudio para establecer beneficios que se obtendría al implementar el sistema de producción delgada en el Instituto de Ciencias Matemáticas de la ESPOL, en ella concluye: Con el análisis de valor que se realizó al mapeo de la cadena de valor inicial se detectó que el porcentaje de valor agregado para 9 de los diez subprocesos analizados es bajo, su porcentaje está entre 1.96% y 5.58% y sólo el subproceso de ayudantes académicos tiene un porcentaje de valor agregado alto (56.65%). De los ocho tipos de desperdicios en las oficinas, en el ICM, se encontró cinco: Productos defectuosos (cuando los ayudantes coinciden en sus horarios de ayudantías), transportación (no se realiza la entrega directa a los departamentos, primero pasan por recepción), espera (atención de requerimientos en orden de importancia de solicitud, tiempo disponible del encargado en realizar en proceso, archivo), movimiento (pasos innecesarios en los procesos) y procesamiento (el proceso no sigue su curso normal por la falta de certificación o informe de uno de los intervinientes).

Yépez (2008) en su estudio sobre el diseño de un sistema de control de producción basado en las herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Arena Confecciones para

incrementar su productividad, concluye: En el análisis de los procesos de la empresa Arena Confecciones se detectaron los desperdicios: tiempo de esperas, transporte, movimientos innecesarios en procesamiento e inventario. Los procesos en la empresa Arena Confecciones son prácticamente empíricos, 90% manuales y mínimamente automatizados por esta razón se planteó un sistema básico de gestión para cada una de las 5'S; donde se propone la designación de un líder de la herramienta encargado de dirigir a la organización en el proceso de implementación, también se sugiere las acciones y el tiempo en el cual deben ser ejecutadas con el fin de involucrarse día a día con la herramienta. Al diligenciar y analizar el formato identificación de los 7 desperdicios básicos y aplicando la herramienta 5'S la empresa Arena Confecciones reduce sus procesos de 27 a 23 pasos, es decir 91,30% de productividad frente a la productividad anterior de 62,96%. El costo de producción disminuye de \$.9434 a \$.8509.

1.1.2. Nacional

Mejía (2013), en su investigación desarrolla una metodología basada en el análisis, diagnóstico y propuestas de mejora para lograr óptimos indicadores de eficiencia de las líneas de

confección de ropa interior de una empresa textil. En base al análisis realizado de la situación actual de la empresa en estudio, comparando el análisis financiero y los beneficios esperados de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta propuestas, se llega a la conclusión de que la implementación es factible de realizar en la línea de algodón del área de confecciones para la familia de productos M003, M012 y M016 con un VAN FCE de S. / 4 543.62 >0 y una TIR FCE de 36%.> COK. La correcta implementación de las herramientas de manufactura esbelta logra un aumento en los tres indicadores que involucran el OEE. El primer indicador es el incremento de la disponibilidad de las máquinas en 25% provocado por la reducción del tiempo de set-up y del tiempo de reparación de las máquinas. Otro indicador que impacta en el beneficio es el rendimiento de las líneas de confecciones, aumentando en 2% debido al alza del tiempo bruto de producción. Por último, la tasa de calidad obtiene un crecimiento de 4.3% como consecuencia de la reducción de productos defectuosos. Estos tres indicadores logran un incremento del OEE de 34.92%.

Palomino (2012), realizó un estudio con el fin de mejorar la eficiencia de las líneas de envasado de una planta de fabricación de lubricantes, en ella concluye: La implementación de las herramientas de Lean Manufacturing ayudan significativamente a combatir los problemas de rendimiento y productividad en las líneas de envasado de lubricantes, proporcionando una ventaja competitiva en calidad, flexibilidad y cumplimiento, que a largo plazo se verá reflejado en aumento de ventas y mayor utilidad. El personal muestra amplia disposición por conocer métodos de mejora con las herramientas de Lean Manufacturing: 5S's, SMED y JIT. El tiempo excesivo de paradas producidos por tiempos de set-up, traslado de insumos, envases, bajado de cajas, planeamiento de la producción bajan el rendimiento de las líneas de producción en el área de envasado, por lo que la aplicación de las 5S's impacta de forma sustancial en las áreas de trabajo, de forma directa en el buen estado de las maquinarias y ofrece mejor calidad al proceso productivo. Los gastos de la implementación de las herramientas son justificables ante el periodo de retorno de inversión. Dado que este no sobrepasa el año, proporciona mayor capacidad de producción y por ende

una posibilidad de aumentar la oferta en el mercado y la cartera de clientes.

Ramos (2012) en su investigación, busco mejorar el proceso productivo de elaboración de fideos dentro de la empresa en estudio mediante uso herramientas de la filosofía de manufactura esbelta con el objetivo de optimizar sus procesos y garantizar su supervivencia en un mercado tan competitivo y cambiante en la cual la empresa y demás empresas manufactureras están inmersas, a través de la sistematización de la eliminación de los desperdicios y problemas presentes en dicho proceso. Las conclusiones que arriba son: En base al análisis de la situación actual de la empresa en estudio, comparando el análisis financiero y los beneficios de la implementación de manufactura esbelta, se llega a la conclusión de que la implementación es factible de realizar en la línea de fideos largos P35 con un VAN FCE de S/:141 505,05 > 0 y un TIR FCE de 34,13% > COK.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Sistema de manufactura esbelta

a) Definición de manufactura esbelta

Es la base fundamental para la implementación y el éxito de los sistemas en las empresas; estrategia administrativa que permite la generación de valor mientras se reducen los desperdicios; este concepto fue usado por vez primera por Womack, Jones y Roos (1992) en su libro "La máquina que cambió el mundo".

Para Niño & Bednarek (2010) el sistema de manufactura esbelta es un sistema integrado de producción, que busca la eliminación de desperdicio, estableciendo un flujo continuo a través de todo el proceso, siendo lo justamente flexible para ser adaptado a los cambios del mercado con el apoyo de metodologías de mejora.

Según Hernández & Vizán (2013), Manufactura Esbelta o Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de "desperdicios" que se observan en la producción:

sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo.

b) Objetivos del sistema de manufactura esbelta

Los principales objetivos de la manufactura esbelta proporcionan a las compañías herramientas para resistir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida.

Específicamente:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente.
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción.
- Crea sistemas de producción más robustos.
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados.
- Mejora las distribuciones de planta.

c) Estructura del sistema de manufactura esbelta

Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide en la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de técnicas.

Tabla 01. Lista de técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos

- Las 5 S	- Orientación al cliente
- Control total de calidad	- Control estadístico de procesos
- Círculos de control de calidad	- Benchmarking
- Sistemas de sugerencias	- Análisis e ingeniería de valor
- SMED	- TOC (Teoría de las restricciones)
- Disciplina en el lugar de trabajo	- Coste basado en actividades
- Mantenimiento productivo total	- Seis sigma
- Kanban	- Mejoramiento de la calidad
- Nivelación y equilibrado	- Sistema matricial de control interno
- Just in Time	- Cuadro de mando integral
- Cero defectos	- Presupuesto base cero
- Actividades en grupos pequeños	- Organización de rápido aprendizaje
- Mejoramiento de la productividad	- Despliegue de la función de calidad
- Autonomación (Jidoka)	- AMFE
- Técnicas de gestión de calidad	- Ciclo de Deming
- Detección, prevención y eliminación de desperdicios	- Función de pérdida de Taguchi

Fuente: Hernández & Vizán (2013)

La base de la casa radica en la estandarización y firmeza de los procesos: nivelación de la producción (Heijunka) y la aplicación sistemática de la mejora continua. A estos cimientos tradicionales se les ha añadido el factor humano que se manifiesta en facetas como el compromiso de la dirección, formación de equipos dirigidos por un líder, formación y capacitación del personal, mecanismos de motivación y sistemas de recompensa. Todos los elementos de esta casa se construyen través de la aplicación de múltiples técnicas que han sido divididas según se utilicen para el diagnóstico del sistema, a nivel operativo, o como técnicas de seguimiento.

d) Metodología para la implantación de manufactura esbelta

Según Hernández & Vizán (2013) se conforma de 6 fases:

Fase 1: Diagnóstico y formación

La primera fase debe centrarse en conocer el estado actual del sistema de fabricación en relación con las áreas abordadas por el Lean y emprender un programa específico de formación interna. Las etapas recomendadas para esta etapa de diagnóstico son:

- Formación en conceptos: Se forman las personas que han de participar en el lanzamiento de la implantación Lean.
- Recogida y análisis de datos: Se precisa información sobre los productos y los procesos. Se debe analizar la demanda efectiva para poder evaluar el ritmo de producción necesario. El objetivo de este estudio es organizar y priorizar productos como ayuda a la toma de decisión de cuál es el modelo de producción más adecuado a cada caso.
- Trazado del VSM actual: En esta etapa se introduce toda la información recogida y analizada hasta el momento en un VSM denominado "actual" que actúa como fuente de información global de la situación de partida, visualizada a través de los flujos de producto, materiales e información.
- Trazado del VSM futuro: A partir de toda la información de etapas anteriores se plantean las posibles soluciones más efectivas y se diseña un nuevo VSM con el nuevo flujo de producto, materiales e información.

Fase 2: Planificación implantación Lean

Dependiendo de las situación de cada empresa, sus características y su grado de eficacia desde una perspectiva

Lean, es necesario planificar un proyecto de implantación coherente con su realidad, y con unos objetivos bien definidos a corto, medio y largo plazo. La planificación debe incidir en los siguientes aspectos:

- Planificación detallada del proyecto de implantación Lean.
- Definición de los indicadores de seguimiento del proyecto.
- Organización de los equipos de trabajo Lean, estructura jerarquizada, funciones y metodología.
- Diseño de un plan de integración o implantación sistemas ERP/MES/GMAO.
- Selección de la línea o área piloto.

Fase 3: Lanzamiento

Se inician los cambios básicos en los medios materiales y en su gestión operativa. Es aconsejable seguir cambios impactantes, rápidos y motivadores que faciliten la implantación del sistema. Se comienza con las técnicas esenciales del Lean como las 5S, SMED y técnicas del Jidoka como los mecanismos anti-error.

Fase 4: Estabilización mejoras

Los objetivos de esta etapa son:

- Reducir desperdicios en faenas de mantenimiento y calidad.
- Estabilizar el proceso de producción para incrementar el nivel de confianza con respecto a tiempos de preparación, efectividad global del equipo y niveles de calidad.
- Reducir los lotes de producción al mínimo posible, determinado por el punto de equilibrio de producción.

Para ello se pueden desplegar acciones TPM y todas aquellas técnicas de calidad disponibles: SPC, autonomación, chequeos de calidad y MAQ. Según se vayan logrando las mejoras y haciendo más confiable y estable el proceso, se conseguirán menores tamaños de lote, mayor flexibilidad y un aumento de la calidad.

Fase 5: Estandarización

Los métodos con los que se lograron lotes pequeños deben estandarizarse, diseñarse y ajustarse a las variaciones de las demanda del cliente. Elementos como el tiempo de ciclo demandado (takt time), shojinka y trabajo estandarizado

deben utilizarse en esta etapa. Los objetivos de esta etapa son:

- Optimizar y diseñar métodos de trabajo capaces de adaptarse a las variaciones de la demanda.
- Adaptar el ritmo de producción a la demanda del cliente.
- Adaptar la mano de obra y capacidad a la demanda pedida.

Fase 6: Producción de flujo

Plantearse los principios más ambiciosos JIT relacionados con la fabricación en flujo y justo a tiempo, produciendo en la cantidad, tiempo y lugar requeridos con niveles de desperdicio tendentes a cero. Los objetivos que se persiguen deben ser:

- Mantener la estabilidad y flexibilidad de las etapas anteriores.
- Garantizar al cliente expediciones con tiempos de entrega reducidos y a tiempo.
- Reducción drástica del inventario en proceso.
- Mejorar el sistema de gestión, control y logística de materiales en toda la planta.

- Introducir las técnicas más avanzadas Lean de producción mezclada, equilibrado y sincronización de la producción.

1.2.2. Línea de envasados PET

Una línea de envasado es un conjunto de máquinas, equipos e instrumentos necesarios para realizar las operaciones propias del proceso. La línea objeto de estudio recibe botellas de plástico (PET, Polietilen Tereftalato) y se encarga del llenado, taponado, etiquetado, codificado, empaquetado y paletizado de las mismas, y su posterior entrega a la unidad de Almacén, que procederá a su expedición (Barrera, 2011).

a) Proceso de envasado

En el proceso de envasado se realizan todas las operaciones necesarias para poner el producto (bebida gasificada) en el mercado en las condiciones de calidad establecida por la empresa. El envasado es una parte integrante del proceso de elaboración que tiene, entre otros, dos grandes objetivos:

- Presentar el producto.

- Proteger adecuadamente al producto para que se conserve durante un período determinado.

El éxito de una línea de envasado depende de la coordinación de los diferentes elementos que confluyen el proceso:

- Instalaciones (máquinas y equipos) y distribución en planta.
- El producto a envasar (bebida gasificada).
- Los materiales (envases, elementos de cierre, etiquetas, etc.)
- Equipo humano.

Además de elegir y disponer los elementos de la línea de envasado para que se alcancen los rendimientos adecuados, es necesario conseguir, con la ayuda del equipo humano, alcanzar la mayor productividad posible y mantener la calidad objetivo en todas las fases del proceso. No basta, por tanto, con disponer de la mejor bebida gaseosa y de las mejores líneas de envasado, también es necesario disponer del mejor equipo humano.

1.2.3. Planta AJEPER del Oriente

a) Reseña de la empresa

AJEGROUP es un grupo empresarial de origen peruano, con 25 años de experiencia, que ha estimulado una filosofía diferente de hacer empresa en el mercado de bebidas refrescantes. AJE en Perú es más que una historia de éxito. Desde su fundación ha buscado brindar bebidas de calidad internacional a un precio justo, porque cree que es la forma más efectiva de desarrollar nuevos mercados. Año a año la empresa ha desarrollado una estrategia para diversificar su variedad de productos y ofrecer un amplio número de categorías tales como agua de mesa, bebidas deportivas, jugos, cervezas, entre otros (Salvatierra, 2013).

El grupo inició sus operaciones el 16 de Junio de 1988 en la ciudad de Ayacucho Perú. Para cumplir con dos retos fundamentales: llevar a los consumidores productos de la mejor calidad a precio justo y contribuir a la expansión del mercado de bebidas gaseosas. En pocos años se ha constituido en una alternativa de primer nivel para los consumidores de bebidas y en un ejemplo de la capacidad de

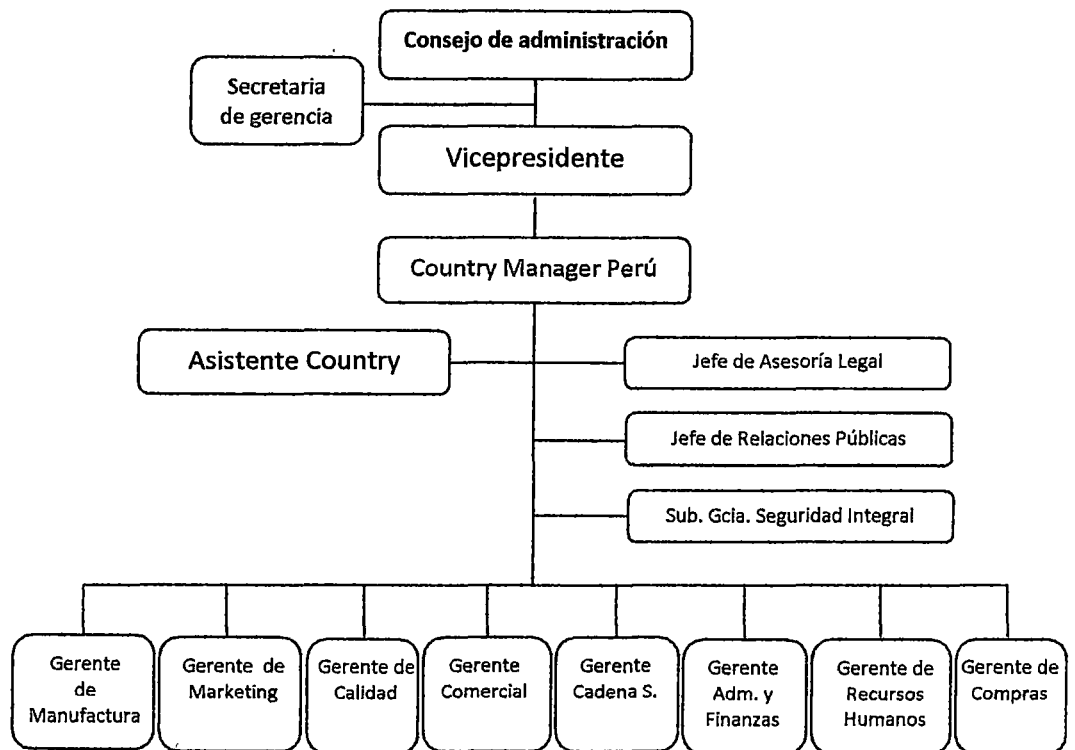
los peruanos de lo que se puede lograr con imaginación, creatividad, esfuerzo y trabajo.

En el año 2003 Industrias Añaños decide cambiar a la denominación actual AJEGROUP (Añaños Jeri Group), con miras a organizarse como institución corporativa e internacional, identificando así las operaciones por países.

AJE en Perú cuenta con 7 plantas (Huachipa, Trujillo, Ayacucho, Sullana, Pucallpa, Tarapoto e Iquitos) y se orienta a la fabricación y comercialización de bebidas de las marcas KR, Big Cola, Sabor de Oro, Agua Cielo, Sporade, Pulp, Cifrut, Free Life, Bianca, Franca, Tres Cruces, entre otros. La planta ubicada en Huachipa Cuenta con 7 líneas de productos:

- Bebidas Gasificadas Jarabeadas
- Agua de Mesa con gas y sin gas
- Bebidas Rehidratantes
- Néctares y bebidas de fruta
- Refrescos,
- Bebidas Lácteas y
- Cerveza y bebidas alcohólicas fermentadas.

b) Estructura orgánica



Fuente: Salvatierra (2013)

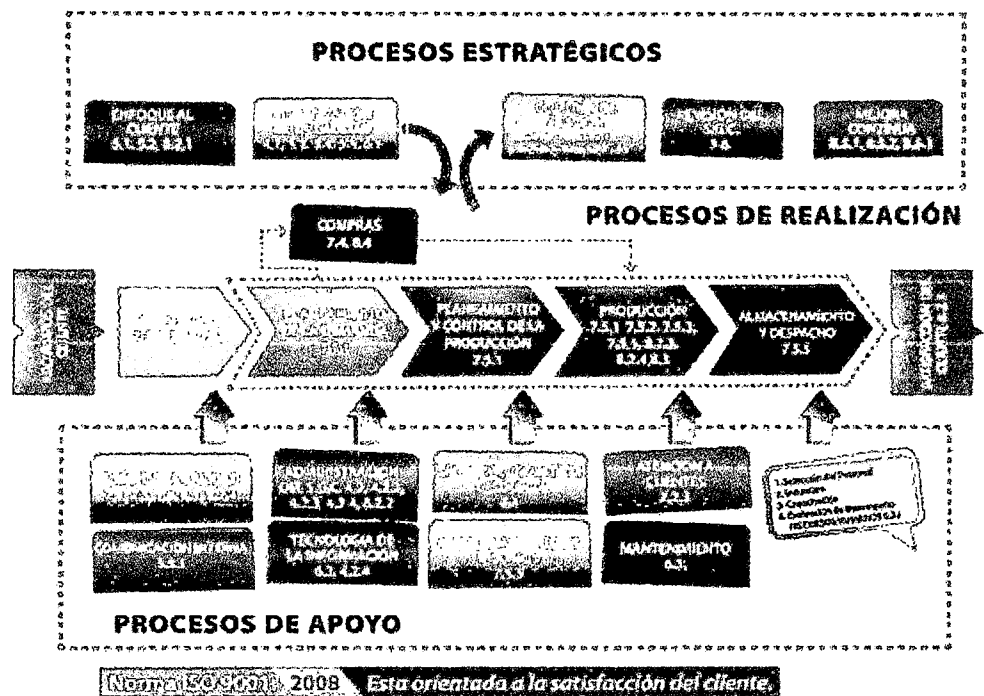
c) Programación

La dirección de planificación de la cadena de suministro es responsable de la elaboración de la previsión anual de producción para cada fábrica, distribuida por formatos envasados y meses. En base a esta previsión y a las revisiones periódicas que esta Dirección envía, los directores de envasado programan las necesidades de fabricación y envasado para satisfacer la demanda solicitada. El director de envasado, o persona por él designada, en base a las

necesidades semanales de producción, y a otras necesidades circunstanciales que se presenten, determina para la semana siguiente:

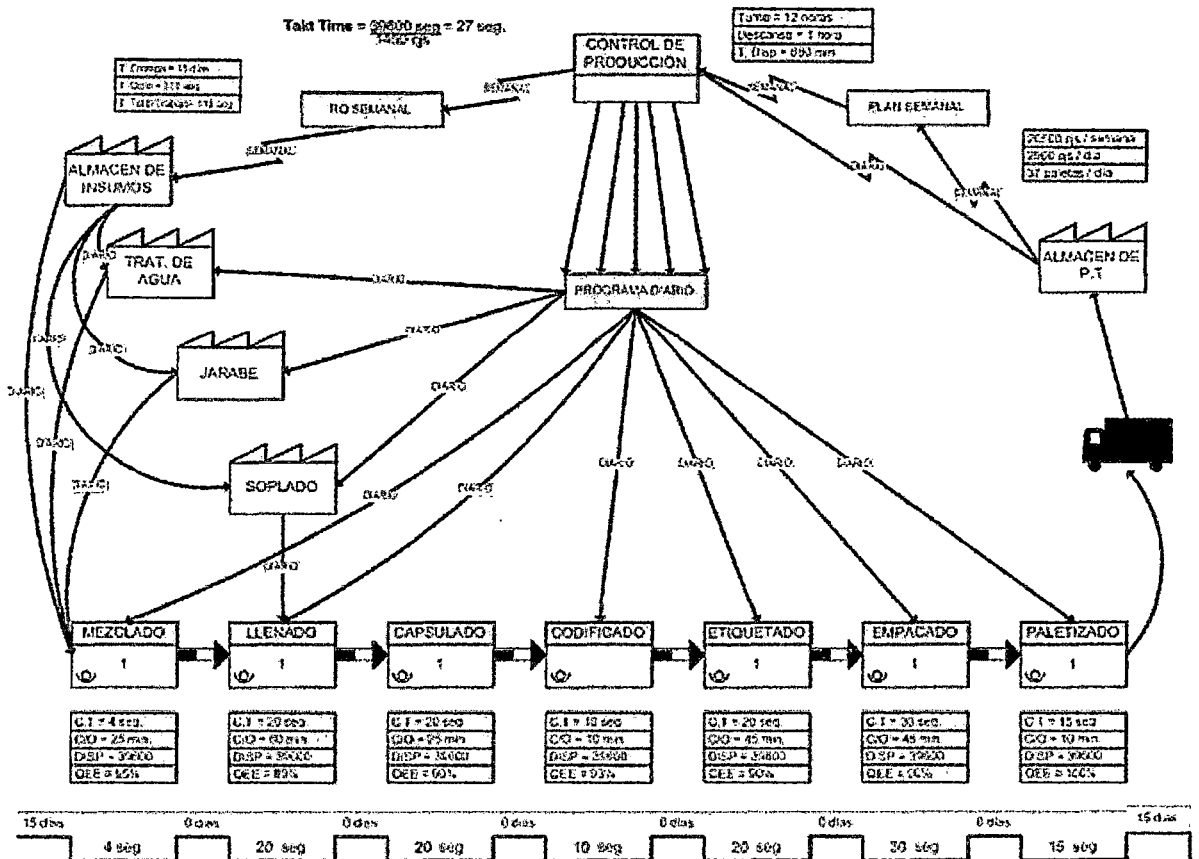
- Turnos de trabajo necesarios.
- Formatos a llenar diariamente.
- Hectolitros de líquidos necesarios.
- Estos datos se reflejan en la planificación semanal de producción.

MAPA DE PROCESOS AJEPER



Fuente: Salvatierra (2013)

d) VSM inicial de la línea de envasado PET



Elaboración: Propia.

1.3. Hipótesis

Resulta favorable la propuesta de implantación del sistema de manufactura esbelta en la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente.

1.4. Variables

a) **Variable independiente** : Propuesta de implantación del sistema de manufactura esbelta.

b) **Variable dependiente** : Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente.

1.5. Indicadores

a. **Variable independiente:** Propuesta de implantación del sistema de manufactura esbelta

Dimensiones	Indicadores	Escala
Metodología de implantación	Fase 1: Diagnóstico y formación	Eficiente Deficiente
	Fase 2: Planificación implantación Lean	
	Fase 3: Lanzamiento	
	Fase 4: Estabilización mejoras	
	Fase 5: Estandarización	
	Fase 6: Producción de flujo	
Modelo de plan de implantación	Elaboración del plan de implementación	Adecuado Inadecuado

Elaboración propia

b. Variable dependiente: Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente

Dimensiones	Indicadores	Escala
Proceso productivo de la Línea	Las instalaciones	Sobresaliente Satisfactorio No satisfactorio
	Producto a envasar	
	Materiales	
	Equipo humano	

Elaboración propia

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Elaborar la propuesta de implantación del sistema de manufactura esbelta en la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Establecer la metodología de implantación del sistema de manufactura esbelta para mejorar el proceso productivo de la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente.
- b) Diseñar un modelo del plan de implantación del sistema de manufactura esbelta para mejorar el proceso productivo de

la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente.

1.7. Población y muestra

1.7.1. Población

Conformada el 100% de fábricas de bebidas PET de la ciudad de Pucallpa.

1.7.2. Muestra

Estará conformada por la fábrica AJEPER del Oriente. El método de muestreo a utilizar será es el NO PROBABILÍSTICO mediante la técnica selección intencionada o de conveniencia ya que el investigador selecciona la muestra que esta accesible o disponible.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Métodos

La investigación corresponde al método inductivo - deductivo. La realidad ofrece muchas informaciones a primera vista, como datos desorganizados, al manipular esos datos, mediante un proceso que se llama inducción, se elabora una hipótesis que mediante un proceso llamado deducción, permite organizar los datos en forma de leyes, teorías y modelos. Las leyes, las teorías y los modelos deben ser contrastados con la realidad reanudándose así el proceso de inducción-deducción (Espejo, 2013).

2.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.2.1. Técnicas

- La observación estructurada, no participante para examinar y registrar mediante instrumentos de recopilación establecidos de antemano los datos o hechos visuales en una situación real (Ander-Egg, 2001).

2.2.2. Instrumentos

- a) La ficha de observación del proceso productivo de la línea de envasados PET para recoger información sobre las instalaciones, el producto a envasar, los materiales y el equipo humano.
- b) Hoja de ruta para la elaboración del plan de implantación del sistema de manufactura esbelta, estructurado en 6 fases: Diagnostico y formación, planificación implantación lean, lanzamiento, estabilización mejoras, estandarización y, producción de flujo. Cada fase fue evaluada mediante la escala inicio (1), proceso (2) y, final (3). El resultado de la sumatoria se cotejo de acuerdo al puntaje obtenido:

Metodología	Porcentaje	Puntaje
Eficiente	80 – 100%	53 – 66
Deficiente	0 – 79%	0 - 52

Elaboración propia

2.3. Procesamiento y presentación de datos

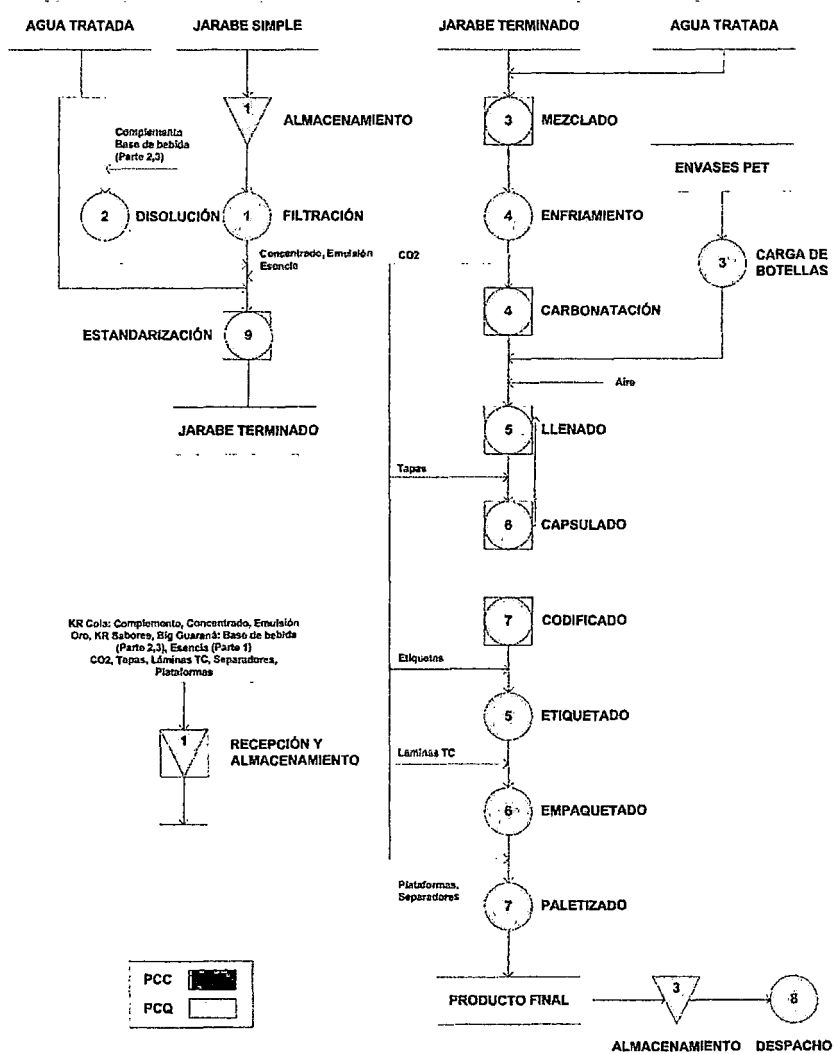
Los datos previo control de calidad se ordenaron acorde a las variables de estudio, las que son presentados en gráficos y tablas para las conclusiones de los datos obtenidos de la investigación ejecutada.

CAPÍTULO III

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Descripción del proceso productivo de la línea de envasados PET de la planta AJEPER del Oriente

DIAGRAMA DE OPERACIONES Y PROCESOS



Elaboración : Propia

a) Las instalaciones

La Línea de Envasado PET de AJEPER del Oriente tiene sus instalaciones en planta Pucallpa, la misma que está compuesta por las siguientes áreas y equipos respectivamente:

Área de llenado

- Flowmix (Mezclador y/o Carbonatador): Es la unidad por medio del cual se realiza la mezcla proporcional de agua más jarabe, de acuerdo a la formulación del producto a elaborar, en este equipo además se enfría y carbonata el producto solo si se trata de bebidas gasificadas, en los refrescos no se añade frío ni gas.
- Llenadora: Es la máquina que efectúa la función esencial de la línea, que es la del llenado de producto terminado, la velocidad de este equipo se usa como base para la capacidad de la línea y para las capacidades del resto de los equipos.
- Capsulador (Rosgador): Es el equipo que coloca las tapas de rosca a cada una de las botellas que expulsa la llenadora.

Área de procesos

- Zona de ingreso de botellas: En esta zona se introducen a la línea por medios de cadenas de transporte, las botellas sopladas; de forma manual, la necesidad de personal en esta zona varía de acuerdo al formato que se va producir.
- Codificador: Por medio de este equipo se codifican todas las botellas a través de impresión por chorro de tinta, para así tener control de la fecha de expiración, datos de la planta productora y otros que ayudan al realizar trazabilidad, rotación y despacho.
- Etiquetadora: Es el equipo que le adhiere etiquetas a cada una de las botellas que atraviesa la línea, por medio de un proceso de succión por vacío y de engomado en caliente, cada producto tiene una etiqueta particular.
- Empacadora: Es una maquina formadora de paquetes, en ella se alinea el producto, coloca una lámina de plástico, que al pasar por el horno, se retrae dándole firmeza al paquete, los patrones de armado del paquete, varían dependiendo del producto.
- Zona de Paletizado: Es la zona donde manualmente se arma la paleta con un patrón que le dé estabilidad para su posterior almacenamiento y traslado entre los centros de despacho y/o distribución.

Adicionalmente, tiene instalaciones auxiliares, que soportan el proceso productivo durante sus operaciones, tales como:

Área de Equipos de Fuerza y Refrigeración

En esta zona se encuentran los equipos auxiliares de los que se vale la línea para ejecutar la mayoría de sus procesos, entre ellos, equipos de compresión de aire, compresión de frío, condensadores evaporativos.

Área de tratamiento de agua: En esta zona se encuentran equipos que se encargan de almacenar y procesar el agua fuente, de acuerdo al uso que se le dará en planta.

Área de jarabes: En esta zona contamos con una sala de jarabe simple (agua + azúcar), el que se bombea a la sala de jarabe terminado, donde se le agregan los concentrados correspondientes de acuerdo al producto a elaborar.

Área de soplado de botellas: En esta zona se encuentran los equipos de fabricación de botellas sopladas, las que cuentan con equipos de compresión de aire y enfriamiento por agua, los que utiliza en su proceso interno de soplado. Existen maquinas manuales y

automáticas, que se utilizan de acuerdo al formato a obtener. El área y el proceso están manejados por un tercero, bajo supervisión de AJEPER.

Área de almacenes: Esta zona está distribuida en diferentes zonas de la planta, obedeciendo a estrategias de optimización y a condiciones propias que exige cada producto.

- Insumos (zona hermética, para almacenamiento de azúcar, concentrados, bases, tapas, preformas y etiquetas).
- Botellas Sopladas (zona hermética, para almacenamiento de botellas sopladas aptas para ingreso al llenado en la fecha programada).
- Producto Terminado (zona hermética, para almacenamiento de producto terminado de manera provisional, a la espera de su despacho final a los centros de distribución).

b) Producto a envasar

La Línea de envasado PET, tiene la capacidad de envasar en botellas no retornables, los siguientes productos:

- Bebidas gasificadas en base de jarabe.- Toda la gama de productos de sus marcas KR y ORO.
- Agua con gas y sin gas.- La marca CIELO.

- Refrescos.- Toda la gama de productos de la marca CIFRUT.

c) Materiales

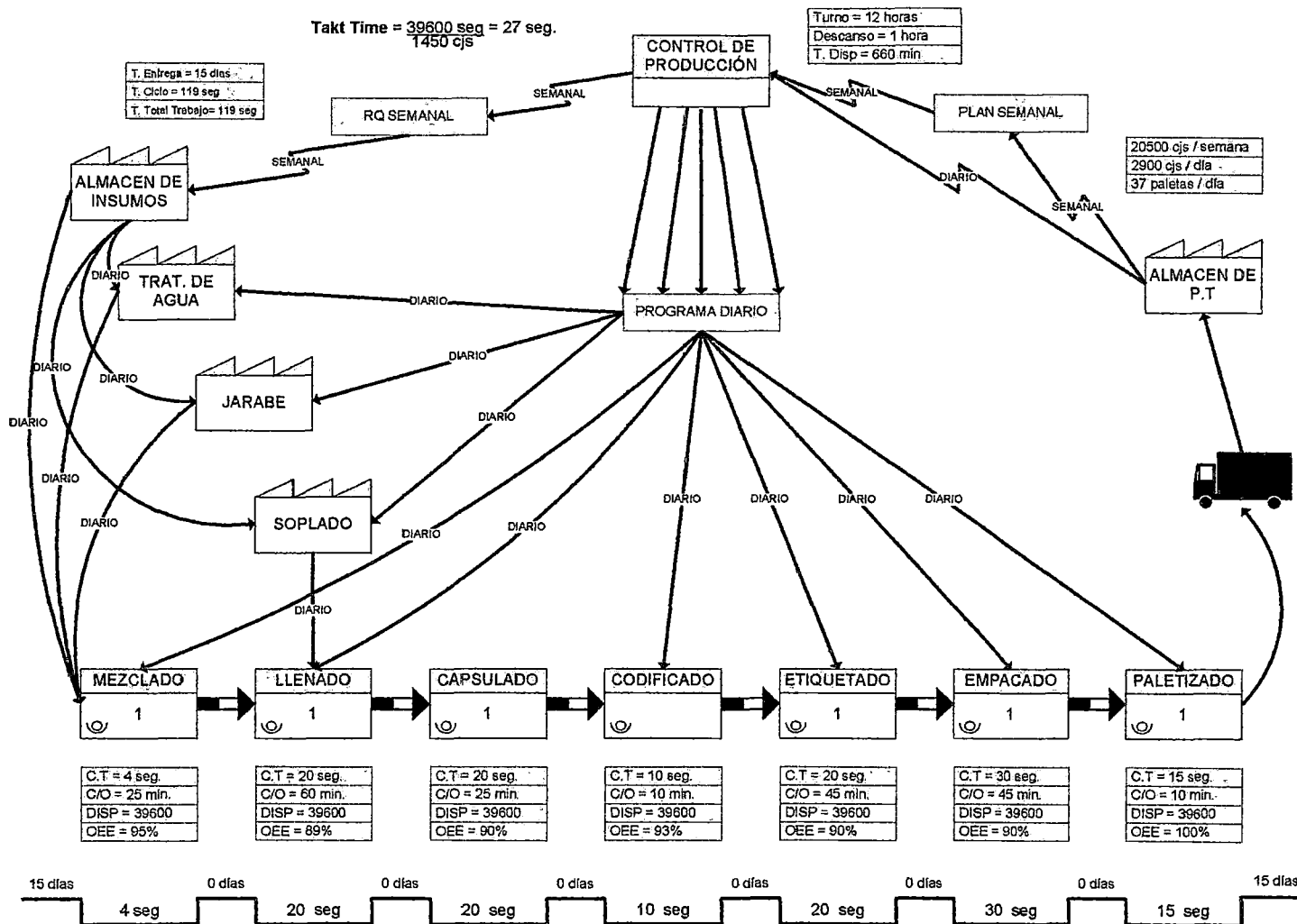
Preforma PET, azúcar, concentrados y esencias, CO₂, tapas plásticas, etiquetas, laminas termocontraíbles.

d) Equipo humano

La Línea de envasado PET, labora en turnos de 8 horas y en el día de acuerdo a la necesidad de producto con respecto a la demanda. Para tal efecto se cuenta con equipos integrados por 10 personas de la siguiente manera: 01 operador de Flowmix, 01 operador de llenadora, 01 operador de capsuladora, 01 operador de etiquetadora, 01 operador de empacadora, 01 paletizador y 04 botelleros.

3.2. Metodología de implantación del sistema de manufactura esbelta para mejorar el proceso productivo de la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente.

a) VSM Actual de la línea de envasados PET



Flujo de información

En AJEPER del Oriente, todo proceso de producción nace del plan de producción semanal, proporcionado en base a las proyecciones de distribución, y formuladas con los pronósticos de ventas. El área de distribución remite de forma diaria, los días de inventario, a fin de conocer la cobertura de atención de lo producido hasta la fecha.

El área de planeamiento y control de producción, formula un programa diario de producción, indicando, sabores, cantidades de pedido y secuencia de lanzamiento de órdenes de producción. En esta área también se formula un requerimiento de materiales/insumos que se envía de forma semanal al almacén de insumos, a fin de asegurar la disponibilidad de lo necesario para cumplir el plan de producción.

El área de Planeamiento y Control de Producción, formula de forma diario, el Programa Diario de Producción, con el que asegura la entrega a tiempo de insumos de forma específica, en forma oportuna y en la cantidad suficiente, para las siguientes áreas, Tratamiento de Agua, Soplado, Jarabes y muy en particular a la Línea de Producción, para la ejecución final de las ordenes de producción.

El área de planeamiento a través de la línea de producción, hace llegar al almacén de producto terminado la información correspondiente a todo lo ejecutado del programa diario, para su disposición y posterior distribución.

Flujo de materiales

Derivado del plan de producción semanal, el área de almacén de insumos entrega la M.P. necesaria de forma diaria a las áreas de proceso: Soplado (preformas), jarabe (bases y esencias), tratamiento de agua (insumos químicos), línea de producción (tapas, etiquetas y lamina de empaque).

En la medida necesaria y de forma oportuna. El producto con mayor Lead Time para su reposición es las Bases y Esencias, que son de importación **15 días**. El área de soplado, maneja un inventario de seguridad de **2 días. (348,000 botellas)**.

b) Determinación de la línea de producto a mejorar

Tabla 01. Resumen de indicadores de producción

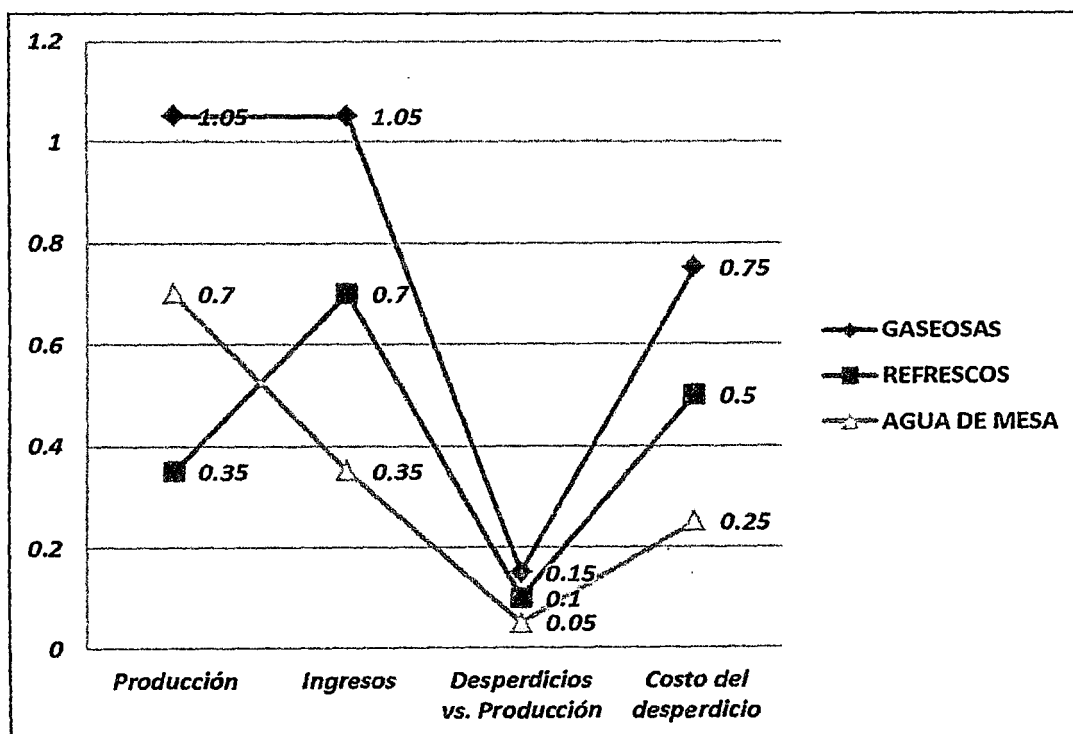
	Producción (Litros.)	Ingresos (S/.)	Desperdicio vs. Producción (%)	Costo del desperdicio (S/.)
Bebidas Gasificadas	8,488,305.40	9,354,047.49	0.07	70,543.78
Refrescos	155,717.50	512,628.03	0.05	1,274.65
Agua de Mesa	348,036.00	126,650.27	0.02	1,252.71

En la línea productiva de la planta AJEPER, las bebidas gasificadas comprenden la mayor producción e ingresos generados. Así mismo se observa que aunque el proceso de producción funciona eficientemente, el desperdicio normal supone mayor coste de fabricación de las unidades en las bebidas gasificadas.

Tabla 02. Evaluación de la calificación de la línea de productos

	Gaseosas	Refrescos	Agua de mesa
Producción	1.05	0.35	0.7
Ingresos	1.05	0.7	0.35
Desperdicios vs. Producción	0.15	0.1	0.05
Costo del desperdicio	0.75	0.5	0.25
Total	3.0	1.65	1.35

Gráfica 01. Calificación de la línea de productos



De acuerdo a las calificaciones obtenidas de la ponderación por factor de producción, la línea de bebidas gasificadas obtuvo la calificación más alta con 3.0 puntos, seguido de los refrescos con 1.65 puntos, de acuerdo al análisis realizado la línea de bebidas gaseosas es el producto a ser mejorado.

c) Análisis del proceso productivo de la línea de producto a mejorar

Tabla 03. Evaluación de la calificación del proceso productivo

	A	B	C	D	E	F
Producción	0.5	0.6	0.4	0.1	0.3	0.2
Capacidad vs. Producción	0.6	1.8	0.9	0.3	1.2	1.5
Eficiencia	0.8	2.4	1.2	0.4	1.6	2.0
Desperdicio	1.0	1.2	0.8	0.2	0.4	0.6
Total	2.9	6.0	3.3	1.0	3.5	4.3

A: Mezclado

C: Capsulado

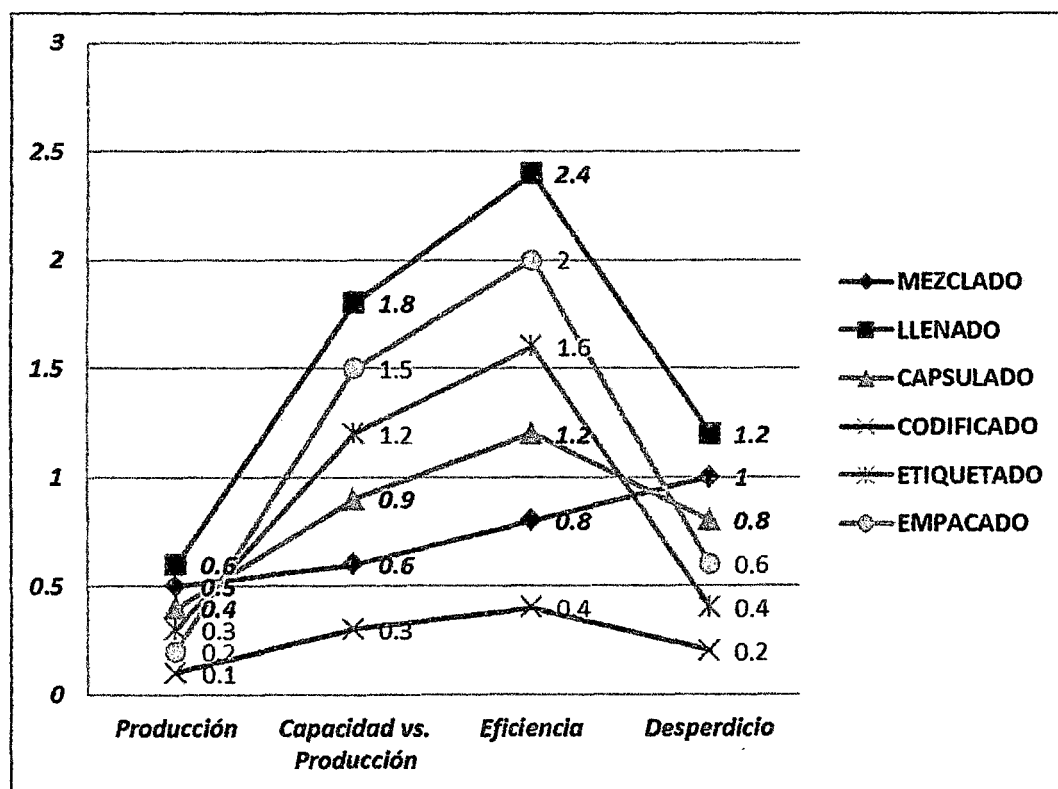
E: Etiquetado

B: Llenado

D: Codificado

F: Empacado

Gráfica 01. Calificación de la línea de productos



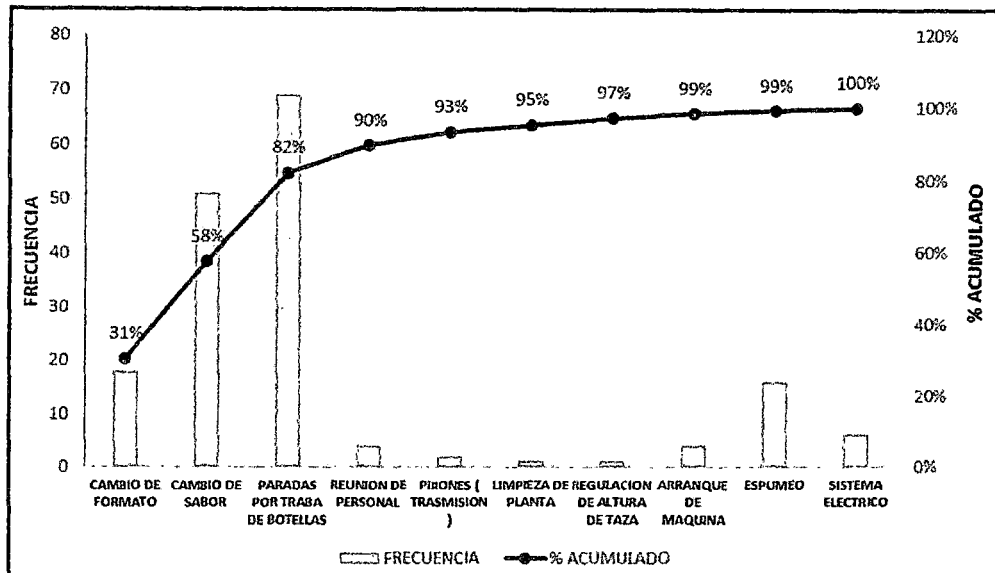
Se observa que el proceso de Llenado obtuvo calificación más alta es 6.00 puntos, seguido de Empacado con 4.50 puntos. De acuerdo al análisis realizado se al proceso de llenado debe ser mejorado.

d) Identificación de los problemas en el proceso productivo a mejorar

Tabla 04. Problemas en el proceso de llenado

Problemas	f	%	Acumulado
Demoras en el cambio de formato	18	30.57%	30.57%
Paradas por cambio de sabor	51	27.18%	57.75%
Paradas por trabas de botellas	69	24.39%	82.14%
Demoras por ausentismo e imprevistos	4	7.57%	89.71%
Paradas por fallas en sistema de transmisión	2	3.66%	93.37%
Limpieza de planta	1	1.94%	95.31%
Paradas por regulación de altura de taza	1	1.94%	97.25%
Arranque de máquinas	4	1.29%	98.54%
Paradas por espumeo de bebida	16	0.81%	99.35%
Fallas en el sistema eléctrico	6	0.65%	100.00%
TOTAL	172	100.00%	

Gráfica 03. Diagrama de Pareto: Priorización de problemas - LLenado



Se observan que los problemas más frecuentes en el área de llenado son: las demoras en cambio de formatos, las paradas por cambio de sabor y, las paradas por trabas de botella, las que conforman los pocos vitales a priorizar en la determinación de sus causas.

e) Planteamiento de las operaciones de mejoras

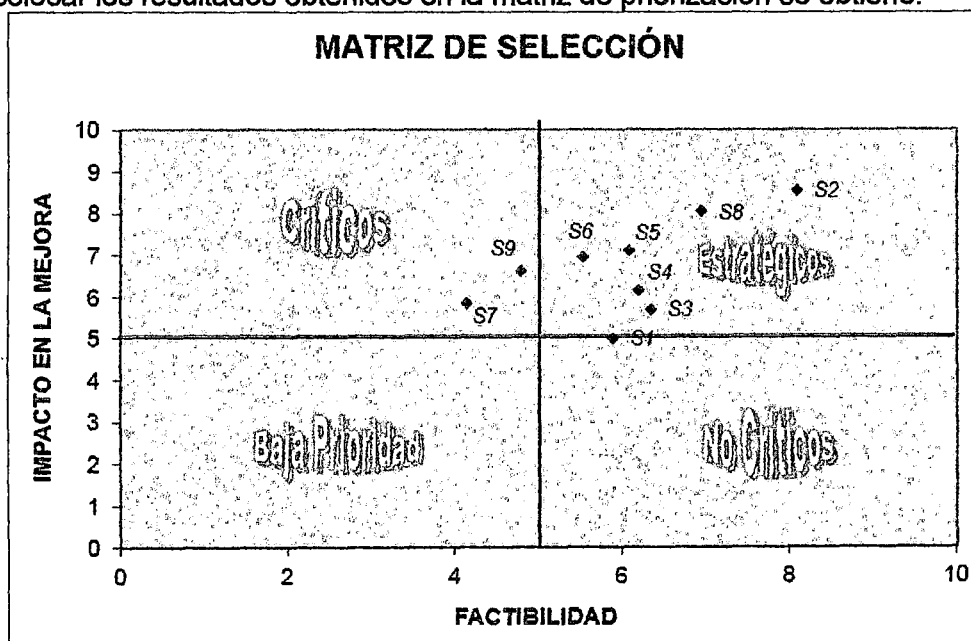
Tabla 05. Problemas en el proceso de llenado

Problemas	Causas	Posibles soluciones
Demoras en Cambio de Formato	<ul style="list-style-type: none"> - No existe procedimiento de cambio de formato estándar. - No existe estudio de tiempo estándar de trabajo. - Insuficientes herramientas manuales por pérdida o deterioro. - Inadecuado proceso de selección de personal. - Falta de entrenamiento a operadores. - Insuficiente abastecimiento de botellas sopladas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo en equipo (Método Kaizen) - Intercambio rápido (SMED) - Metodología 5S's - TOC (Teoría de las restricciones)
Paradas por Cambio de Sabor	<ul style="list-style-type: none"> - Inadecuada programación y/o proyección de ventas. - No existe procedimiento de cambio de sabor estándar. - Máquinas que superan su tiempo de vida útil. - Insuficiente capacidad de tanques de jarabe. - Inadecuado proceso de selección de personal. - Falta de entrenamiento a operadores. - Calibración de flujómetros y manómetros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo en Equipo (Método Kaizen). - Takt Time - ERP
Paradas por Traba de Botellas	<ul style="list-style-type: none"> - Variación en la alimentación de botellas. - No existe un estándar de calibración. - Mantenimiento inadecuado de equipos. - Máquinas que superan su tiempo de vida útil. - Inadecuado proceso de selección de personal. - Falta de entrenamiento a operadores. - Botellas no cumple con especificaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento productivo total (TPM) - Trabajo en equipo (Método Kaizen). - Calidad en la fuente (Jidoka) - Control estadístico de procesos

Tabla 06. Resumen de métodos analizados

	Impacto	Factibilidad	
Trabajo en equipo	5.00	5.90	S1
Intercambio rápido (SMED)	8.55	8.10	S2
5'S	5.70	6.35	S3
Control estadístico de proceso	6.15	6.20	S4
TPM	7.10	6.10	S5
Teoría de restricciones	6.95	5.55	S6
ERP	5.85	4.15	S7
Takt time	8.05	6.95	S8
Calidad en la fuente	6.60	4.80	S9

Al colocar los resultados obtenidos en la matriz de priorización se obtiene:



Se observa que los proyectos de calidad en la fuente (Jidoka) y ERP deben considerarse críticos, aunque hay que tener en cuenta que son muy difíciles para ser implementados pues implican un factor presupuestal representativo.

Las técnicas de Manufactura Esbelta consideradas con alto impacto en la mejora y alta factibilidad son: trabajo en equipo (Kaizen Blitz),

intercambio rápido (SMED), metodología 5S, control estadístico de procesos, mantenimiento productivo total (TPM), teoría de restricciones TOC, Takt Time.

f) Estrategias de implementación del Lean Manufacturing

- TALLER DE SENSIBILIZACION

La estrategia de implementación contempla el desarrollo de un taller de sensibilización en Lean Manufacturing. A fin de involucrar a los dueños de procesos y estos a su vez por replica al universo de colaboradores de la empresa, con los objetivos del proyecto y se logren mejores y oportunos resultados.

Objetivos

La metodología Lean y las herramientas para la mejora continua (Kaizen) utilizadas en el taller permitirán experimentar la importancia de dos elementos clave para ajustar la producción a la demanda con la máxima eficiencia al:

- Comprender el impacto de los desperdicios en la mejora de los procesos.
- Identificar y eliminar del desperdicio o despilfarro (muda/waste).
- Medir el ritmo de producción para ajustarse a la demanda.
- Entender la importancia de los equipos multidisciplinarios.
- Incrementar la flexibilidad del proceso ajustándose a la demanda (takt-time).

Contenidos

- El pensamiento Esbelto y los principios que lo rigen.
 - Los siete grandes desperdicios. La reducción de inventario como una base importante para el incremento de la productividad.
 - El principio de control de la producción "jalar" (Pull).
 - Comparación de la manufactura esbelta contra los métodos tradicionales de producción.
 - Introducción a: 5S, SMED, Análisis de Flujo de Valor, flujo de una pieza, y el principio "Pull"
 - Implementación práctica de estas técnicas en un sistema de producción
- CREACION DE EQUIPO LEAN

Para el logro de resultados óptimos del proyecto, es clave la participación y esfuerzo del recurso más valioso de la empresa, el recurso humano. Las funciones a desarrollar por los siguientes perfiles se extienden a lo largo de todo el proceso de implantación del sistema, por lo que es factor clave de éxito del mismo una adecuada selección de integrantes. En el siguiente esquema se muestra el conjunto de funciones principales de cada uno de los perfiles que conviven en la ejecución del proyecto.

Perfiles Funcionales

- Debe pertenecer a un área funcional.
- Debe tener un amplio conocimiento de los procesos desarrollados en la empresa.

Perfiles Horizontales

- Los roles pertenecientes a este perfil ocupan los puestos de coordinación y dirección del proyecto.
- Debe poseer una amplia visión del negocio.
- Debe conocer sobre gestión de recurso, gestión de calidad y gestión del cambio.

Perfiles Técnicos

- Deberán ser personas con una amplia formación técnica en metodología y técnicas Lean.

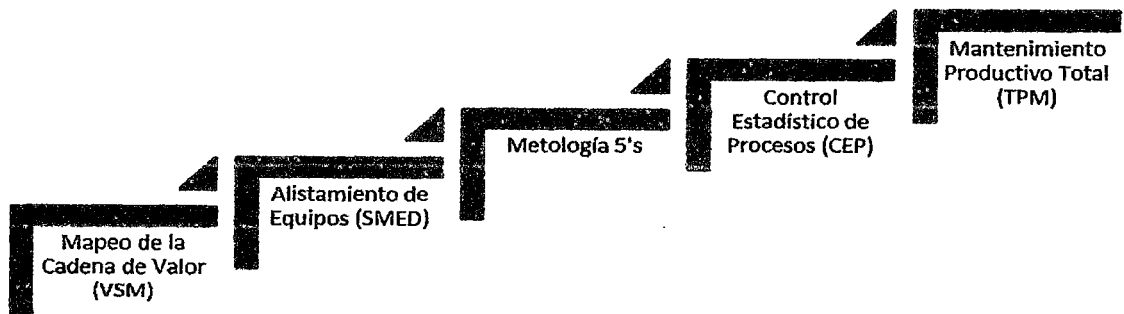
Del mismo modo a continuación se indica los roles necesarios para llevar a cabo una correcta ejecución del proyecto.

	PROYECTO LEAN
Perfiles Funcionales	Agentes de cambio organizacional.
Perfiles Horizontales	Directores de Área y Ejecución
Perfiles Técnicos	Analistas de Estado.

- HERRAMIENTAS LEAN CON ENFOQUE ESCALONADO

En el desarrollo del trabajo se ha seguido un esquema escalonado aportando inicialmente la información necesaria que permita comprender como se desarrollan las actividades en el estado actual con el empleo de las técnicas convencionales.

El enfoque escalonado implica la consecución de “éxitos rápidos”, por lo el plan de implantación propone el uso de las siguientes herramientas derivadas del VSM Inicial.



- INDICADORES DE EVALUACIÓN LEAN, RESPECTO A LA DEMANDA, FLUJO Y NIVELACIÓN.

Es imposible diseñar un listado definitivo de indicadores a utilizar al inicio de un proyecto, por lo que cada líder o responsable empleará los más adecuados a la situación particular en la que se encuentren las tareas. Debemos señalar que los indicadores propuestos, son de Demanda y Nivelación. De los cuales podrá utilizar los siguientes:

Tiempo de Entrega de Producto: Se deberá medir el tiempo total para la entrega de P.T de acuerdo a un plan de producción.

- **Porcentaje de Entregas Oportunas:** Se deberá obtener el cociente de las entregas realizadas, entre las entregas planificadas en el plan de producción.

- **Costo de Desperdicios:** Se deberá obtener el valorizado de las pérdidas o desperdicios, derivados de la producción.

- Tiempo de Cambio y/o Alistamiento de Maquinas: Se deberá medir el tiempo total para el cambio de formatos en cada uno de los equipos que corresponda, la línea de producción.
 - Cumplimiento de Jornadas 5`s: Se deberá ejecutar inspecciones vía check list, por casa "S", para luego obtener el cociente de los ítems cumplidos, entre los ítems evaluados.
 - Utilización de Línea: Se deberá obtener el cociente entre el tiempo ideal de producción y el tiempo total empleado en cada corrida de producción.
- **PLAN KAIZEN**

El esfuerzo de reducción de pérdidas y aumento del valor en la gestión de los procesos tiene un carácter incremental, interno a la organización, que debe ser liderada por un responsable. Este principio está basado en el Kaizen, filosofía japonesa del mejoramiento continuo en general (no sólo de los procesos) sino de toda la cadena de valor.

El soporte de la alta gerencia es esencial. Para este soporte, la planeación y el monitoreo continuo de los procesos Kaizen es mejor regulado a través de un comité directivo de la alta gerencia. Sin este comité de la alta gerencia, el soporte para los procesos posiblemente estará limitado. Devenido de esta filosofía, se plantea el siguiente esquema para la ejecución de un Plan Kaizen, con respecto a la propuesta de implantación de Lean Manufacturing:

- PLAN. Diagnóstico, análisis de proceso y toma de datos. Formación del equipo VSM.
 - DO. Desarrollo del VSM del estado actual y futuro. Implementación de las medidas de mejora. (5S, SMED, TPM, CEP).
 - CHECK. Validación de las medidas implementadas, e introducción de nuevas medidas si fuera necesario. Estandarización de las medidas de mejora. En este punto se utilizarán los indicadores diseñados en el acápite anterior.
 - ACT. Introducir controles para el seguimiento y gestión de las medidas.
-
- METODOLOGIA DE EVALUACION DE LA IMPLANTACION Y EL USO DE INDICADORES.

La metodología propuesta para medir los resultados de la implantación del proyecto Lean Manufacturing, contempla las siguientes acciones:

Análisis

- Observaciones en planta para la identificación de despilfarros, prestando especial atención a los puntos de generación de mermas.
- Diseño e implantación de un indicador de eficiencia OEE adaptado a la línea de estudio.

Diseño

- Hoja estándar de operaciones por referencia: documento que refleja el estándar de producción, incluyendo: la configuración de la línea, tareas de producción y frecuencias, tiempos de ciclo, tiempos de operación.
- Estandarización de los procesos clave: cambios de sabor, de formato, arranque y fin de producción.
- Lanzamiento de un programa TPM de máquinas clave, con paradas programadas semanales y mensuales, así como una ruta estándar diaria de mantenimiento preventivo con máquina en marcha.
- Soluciones técnicas, control visual para minimizar las mermas.

Implantación

- Definir el nivel de Incrementos de eficiencia. (Porcentual)
 - Definir el nivel de Incrementos de productividad. (Porcentual)
 - Definir el nivel significativo de disminuciones de las mermas. (Porcentual)
- ELABORACION DE VSM FUTURO
- El Mapeo del Estado Futuro de la cadena de valor, ayuda a desarrollar la Estrategia de Manufactura Esbelta. Es conveniente contar con conocimientos de las demás herramientas del Pensamiento Esbelto. Para diseñar un estado futuro ayudar conocer sobre: KanBan, Células de Manufactura, SMED, Poka Yoke, etc. aún y cuando no es indispensable y pudiese crear confusión, como

cuando se mapea un proceso administrativos. Lo único que se busca es establecer que es lo que se necesita que ocurra y cuando debe ocurrir para mejorar el proceso actual.

Para construir el Mapa del Estado Futuro, el punto de inicio es el Mapa del Estado Actual. En el mapa del estado futuro es probable que se pueda obtener un gran mejoramiento en cuanto a tiempos estándares, productividad y/o volúmenes de inventario. Se podrá por tanto discutir mucho acerca de detalles de implementación y de viabilidad de varias opciones. Sin embargo, el objetivo del mapeo no es decidir cada detalle, más bien, es establecer la viabilidad global del total del proceso mejorado.

Para poder elaborar el mapa del estado futuro es necesario:

1. Crear una gráfica del tiempo Takt (Takt Time)

Con los datos recolectado y calculado durante la elaboración del estado actual del VSM se puede trazar la gráfica del Takt Time, esta gráfica compara los tiempos individuales con el tiempo total del sistema. Lo cual ayuda a determinar ¿Cómo y qué? Se debe mejorar en el futuro.

2. Identificar el proceso cuello de botella

El proceso cuello de botella es la operación con el tiempo de ciclo de valor agregado que excede el Takt Time. Así por ejemplo si tenemos un proceso que consuma 40 segundos, y el cliente

incrementa su demanda bajo las mismas condiciones, se podrá este convertir en cuello de botella, y si además se reduce el tiempo disponible real por efecto de incrementar el tiempo de paro del equipo, ya sea por falta de mantenimiento adecuado, mayor número de conversiones, etc, el escenario de aparición de una restricción se vuelve más factible.

Es importante monitorear este tipo de condiciones para prever acciones y tener un plan de contingencia, ya que un embudo:

- Determina la producción del sistema total.
- Llega a ser el punto crítico de la programación.

3. Calcular el tamaño óptimo de operadores, e identificar las estaciones de trabajo potenciales

Para hacer esto, se debe tomar el tiempo total del ciclo y dividirlo entre el takt time redondeando el valor obtenido a la unidad superior completa, normalmente aumentando ligeramente la cantidad de operadores, sin embargo si a pesar de ello no se logró la reducción del tiempo total del ciclo que sea igual o menor del takt time, la cantidad de operarios se debe volver a reducir, quedando como estaba originalmente la cantidad de operadores.

4. Decidir si se crea un aprovisionamiento de tipo supermercado o se envía al cliente por pedido

Se debe decidir qué tipo de modelo de distribución se desarrollará. ¿Se creará un supermercado de P.T o se embarcarán los productos terminados directamente al cliente? Si la empresa solo produce un producto y la demanda es relativamente estable, lo más lógico es crear un modelo de distribución por órdenes específicas. Debido a que la gran mayoría de las compañías producen más de un producto y existen inexactitudes en los pronósticos de ventas en casi todas las empresas, lo que tiene mayor lógica es crear un supermercado reducido (inventario muy reducido). Esto parecería ilógico ya que va en contra de uno de los desperdicios que se deben eliminar, sin embargo, la gran diferencia es que aquí nosotros controlamos el nivel de inventario en lugar de que el nivel de inventario nos controle como en un sistema "push" de empujar el producto.

El marcapasos es el paso del proceso más cercano al cliente. La comunicación se debe iniciar con el cliente y proveedores para prevenir las fluctuaciones. La clave está en crear un flujo predecible que permita actuar rápidamente ante los problemas.

5. Nivelación de la mezcla de producción en un proceso marcapasos

Se debe distribuir equitativamente la producción de los diferentes productos en el proceso marcapaso. Agrupar los productos hace difícil servir a aquellos clientes que necesitan algo diferente que

entregas por lotes producidos en dicho tiempo. Las entregas a tiempo se afectan.

6. Determinar la ubicación del Kanban y/o Heijunka

Cuando se cree un supermercado se deberá tener una forma de señalización de cuando producir y cuando no. Se puede hacer en diferentes formas, pues de acuerdo a ella se establece la orden inmediata de Que y Cuanto se debe producir.

7. Mejorar las comunicaciones y programación del marcapasos

Corresponde a la mejora de la información y las comunicaciones. En lugar de programar cada proceso en forma individual, se lleva a cabo en forma global como un todo, partiendo del marcapaso hasta concluir con el total del sistema. El propósito del mapeo de la cadena de valor futura, es hacer resaltar la causa del desperdicio y eliminarlo o al menos reducir su efecto y pueda convertirse en una realidad en un periodo corto de tiempo, además de mejorar la comunicación y confianza entre los involucrados. El objetivo es construir un cambio de producción donde el proceso individual es conectado hacia sus clientes, ambos para flujos continuos o jalar y cada proceso consigue hasta cerrar de la mejor manera posible para producir solo lo que el cliente necesita cuando lo necesita.

8. Cuestionamiento que se hace para complementar el estado futuro

Para nuestro caso, cuando la empresa es existente, con productos y procesos existentes, algunos de los desperdicios en la cadena de valor, será el resultado del producto diseñado, el proceso de máquinas ya adquiridas y la ubicación de algunas actividades. Estas fases del estado actual probablemente no puedan ser cambiadas de inmediato. A menos que esté envuelto en la introducción de un nuevo producto, la primera interacción de su mapa del estado futuro deberá tomar diseños de productos, procesos y ubicaciones que traten de remover rápidamente todas las causas de desperdicios.

Comentan Rother & Shook (Learning To See, 2003), que el estado futuro puede definirse con claridad a partir de una pregunta "¿Qué podemos hacer con los que tenemos?" y que de esta se puede establecer una serie de preguntas que facilitan visualizar el VSM Futuro. Las preguntas que debemos hacernos son:

- ¿Cuál es el takt time, basado en el tiempo de trabajo disponible de los procesos cercanos al cliente?
- ¿Se debe colocar un supermercado de productos terminados desde el cual el cliente jalará o será embarcado directamente al cliente?
- ¿Dónde se puede usar un procesamiento de flujo continuo?

- ¿Dónde se necesitará usar un sistema de jalar del supermercado a fin de controlar la producción de los procesos anteriores que parten desde el proveedor?
- ¿En qué punto específico de la cadena de producción (proceso marcapaso) se programará la producción?
- ¿Cómo se nivelará la mezcla de producción en el proceso marcapaso?
- ¿Qué incremento de trabajo se ejecutará sistemáticamente al proceso marcapaso?
- ¿Qué mejoras al proceso serían necesarias para que el flujo de la cadena de valor sea el diseño deseado en el estado futuro?

Se pueden agregar todas las preguntas que permitan una mejor visualización del VSM Futuro, pues estas solo son genéricas y o limitativas.

DIAGRAMA GANTT

El calendario propuesto para la implantación del Proyecto en la empresa es el siguiente:

	ACTIVIDAD	Duración	MESES																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
	IMPLANTACIÓN	120	█	█	█	█	█	█												
1	Taller de Sensibilización LEAN MANUFACTURING	15	█																	
2	Creación de Equipos de Trabajo LEAN	7	█	█																
3	Aplicación de Metodología 5's	Permanente	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
4	Aplicación del SMED	90	█	█	█	█														
5	Aplicación de Control Estadístico de Procesos	90	█	█	█	█														
6	Aplicación de TPM	30			█	█														
7	Seguimiento de Indicadores y Resultados	Permanente					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
8	Elaboración de VSM Futuro	30			█	█														
9	Planificación de Mejoras	Permanente					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
10	Arranque y soporte	15					█	█	█											

PRESUPUESTO DESAGREGADO

	ACTIVIDAD	INVERSION EN (S/.)				TOTAL GENERAL (S/.)
		X MESES				
		1	2	3	4	
	IMPLANTACIÓN					
1	Taller de Sensibilización LEAN MANUFACTURING	3,120.00				3,120.00
2	Creación de Equipos de Trabajo LEAN	800.00				800
3	Aplicación de Metodología 5's	0.00				0
4	Aplicación del SMED	22,500.00		22,500.00		45,000.00
5	Aplicación de Control Estadístico de Procesos			24,000.00		24,000.00
6	Aplicación de TPM			4,000.00		4,000.00
7	Seguimiento de Indicadores y Resultados				5,000.00	5,000.00
8	Elaboración de VSM Futuro				2,000.00	2,000.00
9	Planificación de Mejoras				0.00	0
	TOTAL	26,420.00	0	50,500.00	7,000.00	83,920.00

CONCLUSIONES

- En la línea productiva de la planta AJEPER, las bebidas gasificadas comprenden la mayor producción e ingresos generados. Así mismo, aunque el proceso de producción funciona eficientemente, el desperdicio supone mayor coste de fabricación de las unidades en las bebidas gasificadas.
- De acuerdo al análisis realizado a la ponderación por factor de producción, el llenado dentro de la línea de bebidas gaseosas es el proceso que debe ser mejorado para disminuir los desperdicios en el proceso productivo de la línea de envasados PET de la planta AJEPER del Oriente.
- El diagrama de Pareto demuestra que los problemas más frecuentes en el área de llenado son: las demoras en cambio de formatos, las paradas por cambio de sabor y, las paradas por trabas de botella, las que conforman los pocos vitales a priorizar en la determinación de sus causas.
- Se observa que los proyectos de calidad en la fuente (Jidoka) y ERP deben considerarse críticos, aunque hay que tener en cuenta que son muy difíciles para ser implementados pues implican un factor presupuestal representativo.
- Las técnicas de Manufactura Esbelta consideradas con alto impacto en la mejora y alta factibilidad son: trabajo en equipo (Kaizen Blitz), intercambio rápido (SMED), metodología 5S, control estadístico de procesos,

mantenimiento productivo total (TPM), teoría de restricciones TOC, Takt
Time.

SUGERENCIAS

- Para la implementación de cualquiera de las herramientas de manufactura esbelta, se debe tomar en consideración y reconocer que el proceso a ser realizado se basa en la mejora continua, por lo tanto una atención y una reevaluación constante se hacen muy necesarias para mantener la filosofía operativa. Para mantener esta constante evaluación se recomienda designar personas responsables de las etapas, que mantengan un oportuno y eficiente control y seguimiento del desarrollo de estas.
- Se debe entender a la Manufactura Esbelta como una filosofía que busca reducir todo lo que no le agrega valor al producto, buscando a través de diferentes mecanismos, resultados que se vean reflejados en el aumento de la productividad de la línea de envasado, reducción de los costos, y reducción de los desperdicios.
- De mantenerse los criterios de análisis que se presentaron se deben desarrollar reportes periódicos con información que refleje el estado de la línea en el momento, y más aún en caso de que se hayan realizado modificaciones al proceso productivo. Conforme se vayan solucionando los problemas aquí identificados, se debe buscar un proceso dinámico de mejora y de permanente seguimiento de las herramientas.

- La implementación efectiva y el desarrollo de la filosofía de manufactura esbelta depende de los logros conseguidos por los grupos de trabajos conformados; por tal motivo, se recomienda el desarrollo de un programa desde el punto de vista de la gestión del talento humano que promueva la participación, el involucramiento y el compromiso de los trabajadores desde todos los niveles en la empresa.
- Dado que la fase inicial de capacitación es el primer contacto entre las herramientas de manufactura esbelta y los empleados, se recomienda que el profesional encargado de la capacitación sea seleccionado meticulosamente y tenga suficiente experiencia en este campo, ya que de ahí devendrá la motivación y el involucramiento del personal en el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M.D.R.; Corona, M.; Rodríguez, M.A. & Moreno, I. (2010). Propuesta de implementación de Lean Manufacturing en el Departamento de Embarques y Taller 21 de Compañía Mexicana de Aviación S.A. de C.V. Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. México D.F. 259 pág.
- Ander-Egg, E. (2001). Métodos y técnicas de investigación social. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/26647172/Resumen-Ander-Egg-Metodos-y-Tecnicas-de-la-Investigacion-Social>
- Arrieta, JG; Botero, VE & Romano, MJ. Benchmarking sobre Manufactura Esbelta en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. Journal of economics, Finance and Administrative Science. 2010.
- Cuatrecasas, L. Metodología para la implantación del lean management en una empresa industrial independiente y de tamaño medio. Instituto Lean Management. Pág. 15.
- Espejo, J.C. (2013). Silabo de curso: Epistemología de la educación. Escuela de Postgrado de la Universidad Cesar Vallejo.
- García, B. & Quintanal, J. (s.f.). Métodos de investigación y diagnóstico en la educación. Bloque II. La Investigación educativa. Recuperado de:
- Hernández, A.E. (2010). Implementación de técnicas de manufactura esbelta en una planta de empaque de producto terminado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Guatemala. 114 pág.

- Hernández, JC & Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Fundación EOI. España, Madrid. 178 pág.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2003). Metodología de la investigación. Recuperado de: <http://www.terras.edu.ar/aula/tecnicatura/15/biblio/SAMPIERI-HERNANDEZ-R-Cap-1-EI-proceso-de-investigacion.pdf>
- Mejía, SA (2013). Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima. 119 pág.
- Niño, LF & Bednarek, M (2010). Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas. Ideas CONCYTEC. Pág. 1284 -1307.
- Palomino, M. A. (2012). Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú Facultad de Ciencias e ingeniería. Lima, Perú. 108 pág.
- Ramos, JM (2012). Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima. 131 pág.

- Salvatierra, M. (2003). Manual de calidad AJE. 26 pág.
- Sánchez, J.M. (2003). Técnicas de Muestreo Estadístico. Universidad Rey Juan Carlos. Disponible en: [http://www.fcjs.urjc.es/geap/Web_Alumnos/Informaci%C3%B3n%20Alumnos/Programas%20URJCLE/LConf.03-4/T%C3%A9cnicas Muestreo Estad%C3%ADstico.03-4.pdf](http://www.fcjs.urjc.es/geap/Web_Alumnos/Informaci%C3%B3n%20Alumnos/Programas%20URJCLE/LConf.03-4/T%C3%A9cnicas%20Muestreo%20Estad%C3%ADstico.03-4.pdf)
- Womack, JP; Jones, DT & Roos, D. (1992). La máquina que cambió el mundo. McGraw-Hill Interamericana, Madrid. 292 pág.
- Yépez, R.A. (2008). Diseño de un sistema de control de producción basado en la filosofía Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta para incrementar la productividad en el proceso productivo de la empresa Arena Confecciones, 2008. Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Tesis de grado. Quito – Ecuador. 142 pág.

ANEXOS

ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

TÍTULO: “PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA LÍNEA DE ENVASADOS PET DE LA PLANTA AJEPER DEL ORIENTE, 2014”

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Será posible elaborar la propuesta de implantación del sistema de manufactura esbelta en la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Elaborar la propuesta de implantación del sistema de manufactura esbelta en la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a) Establecer la metodología de implantación del sistema de manufactura esbelta para mejorar el proceso productivo de la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente.</p> <p>b) Diseñar un modelo del plan de implantación del sistema de manufactura esbelta para mejorar el proceso productivo de la Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Propuesta de implantación del Sistema de Manufactura Esbelta</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>Metodología de implantación</p> <p>Modelo de plan de implantación</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Línea de envasados PET de la Planta AJEPER del Oriente</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>Proceso productivo de la Línea</p>	<p>Nivel de Investigación</p> <p>Descriptivo</p> <p>Tipo de Investigación</p> <p>Básica Pura</p> <p>Diseño y esquema de la Investigación</p> <p>No experimental de tipo descriptivo simple.</p> <p>$M \rightarrow O_1$</p> <p>Dónde:</p> <p>- M = Muestra</p> <p>- O = Observación de la variable</p>

ANEXO 02

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**FICHA DE OBSERVACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO
 DE LA LÍNEA DE ENVASADOS PET**

INSTRUCCIONES: A continuación se presentan 4 aspectos a describir del proceso productivo de la línea de envasados PET de la planta AJEPER del Oriente.

A	Las instalaciones
B	Producto a envasar
C	Materiales
D	Equipo humano

ANEXO 03

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**HOJA DE RUTA DE LA ELABORACIÓN DEL MODELO DEL PLAN DE
 IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA**

LEYENDA

ESCALA	ÍNDICE	VALOR
Inicio	I	1
Proceso	P	2
Destacado	D	3

FASE 1: DIAGNÓSTICO Y FORMACIÓN		I	P	D
01	Formación			
02	Recogida y análisis de datos			
03	Trazado de VSM actual			
04	Identificación de indicadores clave KPI			
05	Trazado de VSM futuro			
FASE 2: PLANIFICACIÓN IMPLANTACIÓN LEAN				
06	Planificación del proyecto de implantación Lean			
07	Definición del sistema de indicadores			
08	Organización y mentalización de equipos Lean			
09	Plan de integración o implantación sistemas ERP/MES/GMAO			
10	Selección y definición de línea/área piloto			
FASE 3: LANZAMIENTO				
11	Re diseño layout. Identificar y eliminar/reducir desperdicios			
12	5's. Mejorar orden, limpieza, condiciones y lugar de trabajo			
13	SMED. Reducir tiempos de preparación			
14	Jidoka. Logras control calidad fácil y simple			
FASE 4: ESTABILIZACIÓN MEJORAS				
15	TPM. Mejora de mantenimiento			

16	SPC/Autonomación. Mejora total de la calidad			
FASE 5: ESTANDARIZACIÓN				
17	Trabajo estandarizado. Optimización métodos de trabajo			
18	TAKT TIME. Obtener equilibrado de líneas según demandas			
19	SHOJINKA. Adaptar mano de obra de la demanda. Nivelación			
FASE 6: PRODUCCIÓN DE FLUJO				
20	KANBAN. Implantar sistema pull sincronizado			
21	HEIJUNKA. Programa mezcla producción diaria			
22	JIT Proveedores. Reducción stocks			

ANEXO 05

**PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL
SISTEMA DE MANUFACTURA
ESBELTA EN EL PROCESO
PRODUCTIVO DE LA LINEA DE
ENVASADOS PET – PLANTA AJEPER
DEL ORIENTE**

**Pucallpa - Perú
2015**

INTRODUCCIÓN

El presente plan de implantación del sistema de manufactura esbelta es una alternativa eficaz para disminuir los índices de desperdicios en las distintas etapas de producción de la línea de envasados PET que representan pérdidas significativas en tiempo y dinero, analizando las fuentes de desperdicios de la empresa y proponiendo mecanismos que logren su reducción mediante la aplicación de las técnicas de manufactura esbelta.

I. SELECCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCTOS

1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PRODUCTOS

La empresa en estudio tiene definidas 3 líneas de productos que son: bebidas gasificadas, agua de mesa y refrescos.

a) Bebidas Gasificas Jarabeadas: Son las bebidas elaboradas a base de jarabe, agua y adición de gas carbónico, su elaboración se realiza en un proceso de mezclado en frío de 3°C en promedio, que asegura la difusión de gas en el líquido y este a su vez garantiza la inocuidad del producto y la no generación de bacterias en el medio.

Se envasan en las marcas KR (Sabor kola negra, fresa, limón, piña y naranja) y Sabor de ORO (sabor kola amarilla), estos a su vez en presentaciones de diversos formatos o tamaños (500ml, 1000ml, 1300ml, 1700ml, 3300ml).

b) Agua de Mesa: Es un producto elaborado a base de agua purificada ozonizada y en una de sus versiones con adición de gas carbónico, su elaboración se realiza en un proceso de purificado por microfiltración y ozonización, en el caso de su versión "Con Gas", requiere adicionalmente de atravesar un proceso de mezclado en frío de 3°C en promedio, que asegura la difusión de gas en el líquido y este a su vez garantiza la inocuidad del producto y la no generación de bacterias en el medio.

Se envasan únicamente en la marca CIELO (con gas y sin gas), y a su vez en presentaciones únicamente de 625 ml.

c) Refrescos: Son productos elaborados a base de agua y jarabe únicamente, su elaboración se realiza en un proceso de mezclado en caliente a temperatura ambiente, se asegura la inocuidad del producto y la no generación de bacterias en el medio, mediante la adición de productos autorizados.

Se envasan únicamente en la marca CIFRUT (Sabor Citrus Punch y Sabor Fruit Punch, y a su vez en presentaciones únicamente de 500 ml.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

a) Agua

- Agua fuente: Agua extraída del sub suelo, para ser tratada y purificada posteriormente.
- Color: Transparente.
- Olor: Ninguno
- Sabor: Organolépticamente testeado y validado como apto.
- Dureza: Cero (0).

b) Jarabe

- Materiales: Agua tratada, azúcar, esencias y concentrados.
- Sabor: Definido de acuerdo a las formulaciones establecidas por la empresa en las variantes de (kola negra, fresa, piña, naranja, limón, kola amarilla, citrus punch y fruit punch).
- Brix: Puede variar en función al sabor.

c) Tapas Plásticas:

- Estructura: Es un casquillo de forma circular con muescas que permiten fijarlo de manera adecuada a la botellas de PET mediante el torque controlado, con la aplicación de fuerza rotativa genera la correcta configuración de un cierre hermético que facilita el manejo del producto y su correcta disposición por parte del consumidor final, formulado a base de Polietileno de Alta densidad o HDPE son polímeros cuyas características los hacen adecuados para el contacto con los alimentos.
- Colores: Rojo, azul, verde y anaranjado.
- Dimensiones: Diámetro interno (mm) 25.85 ± 0.15 , diámetro externo (mm) 29.55 ± 0.30 , altura (mm) 16.05 ± 0.30 , concavidad (mm) $-0.3 - +0.2$, espesor en el fondo (mm) 1.5 ± 0.10 , peso (g) 2.56 ± 0.05 .

d) Etiquetas Laminadas de Polipropileno:

- Estructura: Etiqueta de polipropileno envolvente laminada de tipo ROLL FEED dentro de las cuales se encuentran los laminados metalizados y los laminados perlados. La finalidad de la etiqueta es mostrar las propiedades y beneficios del contenido, así como, especificaciones y textos conformes al marco legal. Etiquetar el producto a fin de suministrar al cliente la información referida a: contenido neto, información nutrimental, marca comercial, ubicación geográfica, registro sanitario, consumidor y característica del envase.
- Material: BOPP cristal / BOPP perlado/ BOPP cristal / BOPP mate / BOPP metalizado
- Dimensión: Varía de acuerdo al formato de la bebida y al sabor que contiene

e) Laminas termocontraíbles:

- Estructura: Resina termoplástico impermeable al agua, elaborada con resina de polietileno de baja densidad (LDPE). Producto de un

proceso de extrusión, mediante tensiones longitudinales y transversales.

- Dimensiones: De acuerdo al plano mecánico para cada formato de bebida.
- Temperatura de Fusión: De 175 a 195°C.
- Espesor: $70 \pm 5\mu\text{m}$
- Presencia de PVC: No

f) Botellas Sopladas PET:

- Estructura: La botella de plástico es un envase ligero muy utilizado en la comercialización de líquidos en productos como lácteos y bebidas. Son botellas Prediseñadas de acuerdo a un patrón establecido por el corporativo nacional, elaboradas en tereftalato de polietileno PET.
- Peso: 17g, 18g, 32g, 44g y 60g.
- Volumen de Carga: 500ml, 1000ml, 1300ml, 1700ml y 3300ml.
- Color: Cristal transparente, azul y verde.

g) Gas Carbónico:

- Descripción: El dióxido de carbono es un gas no inflamable, sin color ni olor, su principal fuente de obtención es a partir del gas natural, luego es purificado para obtener la calidad necesaria en la industria alimentaria.
- Empleado en la producción de bebidas gasificadas, como agente de carbonatación, le brinda textura y efervescencia característica a las bebidas y además reduce la necesidad de emplear conservantes.
- Pureza: $\geq 99.98\%$.
- Olor: Inodoro.
- Sabor: Característico.
- Apariencia en agua: Sin olor y turbidez.

1.3. ANALISIS DE LAS LÍNEAS DE PRODUCTOS

Para seleccionar la línea de productos a estudiar se toma en consideración las siguientes variables:

- Nivel de producción.- Cantidad de litros envasados en un periodo de tiempo.
- Ingreso generado por volumen de producción.
- Nivel de desperdicios.- Cantidad de material desechado en el proceso productivo.
- Costos del desperdicio.- Dinero que se pierde en la fabricación del producto defectuoso.

En base a una reunión mantenida con los directivos de la empresa se decidió utilizar datos de los 4 primeros meses del año 2015, es decir de enero a abril, debido a que son los datos confiables más cercanos y con el propósito de tomar decisiones rápidas acorde a la situación actual.

1.4. SELECCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCTOS

En la siguiente tabla de resumen de indicadores de producción se puede observar los valores obtenidos en cada ítem analizado.

Tabla 01. Resumen de indicadores de producción

	Producción (Litros.)	Ingresos (S/.)	Desperdicio vs. Producción (%)	Costo del Desperdicio (S/.)
Bebidas Gasificadas	8,488,305.40	9,354,047.49	0.07	70,543.78
Refrescos	155,717.50	512,628.03	0.05	1,274.65
Agua de Mesa	348,036.00	126,650.27	0.02	1,252.71

Tabla 02. Línea de productos por indicador

	Producción	Ingresos	Desperdicios vs. Producción	Costo Desperdicio
3	Bebidas Gasificadas	Bebidas Gasificadas	Bebidas Gasificadas	Bebidas Gasificadas
2	Agua de Mesa	Refrescos	Refrescos	Refrescos
1	Refrescos	Agua de Mesa	Agua de Mesa	Agua de Mesa

Los números del 1 al 3 representan la calificación de cada producto en cada indicador, siendo el 3 la mayor calificación y el 1 la calificación más baja.

Para realizar la selección de la línea de productos a estudiar, se establece una ponderación a cada factor de producción para indicar la importancia de este ítem en la empresa, lo cual se observa en la siguiente tabla.

Tabla 03. Ponderación de indicadores de producción

Indicadores	Ponderación
Producción	35%
Ingresos	35%
Desperdicios vs. Producción	5%
Costo del Desperdicio	25%

Calificando cada línea de productos, se obtienen las siguientes tablas:

Tabla 04. Calificación de bebidas gaseosas

Indicadores	Ponderación	Calificación	
Producción	35%	3	1.05
Ingresos	35%	3	1.05
Desperdicios vs. Producción	5%	3	0.15
Costo del Desperdicio	25%	3	0.75
TOTAL			3.0

Tabla 05. Calificación de refrescos

Indicadores	Ponderación	Calificación	
Producción	35%	1	0.35
Ingresos	35%	2	0.70
Desperdicios vs. Producción	5%	2	0.10
Costo del Desperdicio	25%	2	0.50
TOTAL			1.65

Tabla 06. Calificación de agua de mesa

Indicadores	Ponderación	Calificación	
Producción	35%	2	0.70
Ingresos	35%	1	0.35
Desperdicios vs. Producción	5%	1	0.05
Costo del Desperdicio	25%	1	0.25
TOTAL			1.35

Al ordenar las líneas de productos según la calificación obtenida, se puede generar la siguiente tabla:

Tabla 07. Líneas de productos ordenados por calificación

Línea de Productos	Calificación
Bebidas Gasificadas	3.00
Refrescos	1.65
Agua de Mesa	1.35

Se puede observar que la línea de bebidas gasificadas es la calificación más alta con 3.0 puntos, seguido de los refrescos con 1.65 puntos. De acuerdo al análisis realizado se va a seleccionar a la línea de bebidas gaseosas como el producto a ser mejorado.

II. SELECCIÓN DEL PROCESO CRÍTICO A MEJORAR

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA PREPARAR BEBIDAS GASIFICADAS

Se utilizan los siguientes procesos para la fabricación de bebidas gasificadas:

- a) Mezcla o carbonatación: Es el proceso por medio del cual se realiza la mezcla proporcional de agua más jarabe y gas carbónico, de acuerdo a la formulación del producto a elaborar, en este equipo además se enfría y carbonata el producto solo si se trata de bebidas gasificadas, a una temperatura promedio de 3°C.

- b) Llenado: Es la máquina que efectúa la función esencial de la línea, que es la del llenado de producto terminado, la velocidad de este equipo se usa como base para la capacidad de la línea y para las capacidades del resto de los equipos. La máquina recibe a través de una banda o faja las botellas PET vacías.
- c) Capsulado: Es el equipo que coloca las tapas de rosca a cada una de las botellas que expulsa la llenadora, por medio de un principio de contratuerca y antirotacional. El color de las tapas varía de acuerdo al sabor de la bebida (azul o rojo).
- d) Codificado: Por medio de este equipo se codifican todas las botellas a través de impresión por chorro de tinta, para así tener control de la fecha de expiración, datos de la planta productora y otros que ayudan al realizar trazabilidad, rotación y despacho.
- e) Etiquetado: Es el equipo que le adhiere etiquetas a cada una de las botellas que atraviesa la línea, por medio de un proceso de succión por vacío y de engomado en caliente, cada producto tiene una etiqueta particular. Se utiliza para ello goma a alta temperatura y el equipo funciona bajo el principio de succión por vacío.
- f) Empacado: Es una máquina formadora de paquetes, en ella se alinea el producto, coloca la lámina termoplástica, que al pasar por el horno, se retrae dándole firmeza al paquete, los patrones de armado del paquete, varían dependiendo del producto.
- g) Paletizado: Es la zona donde manualmente se arma la paleta con un patrón que le dé estabilidad para su posterior almacenamiento y traslado entre los centros de despacho y/o distribución. En esta zona se utilizan parihuelas de madera y material de separación de plástico flexible.

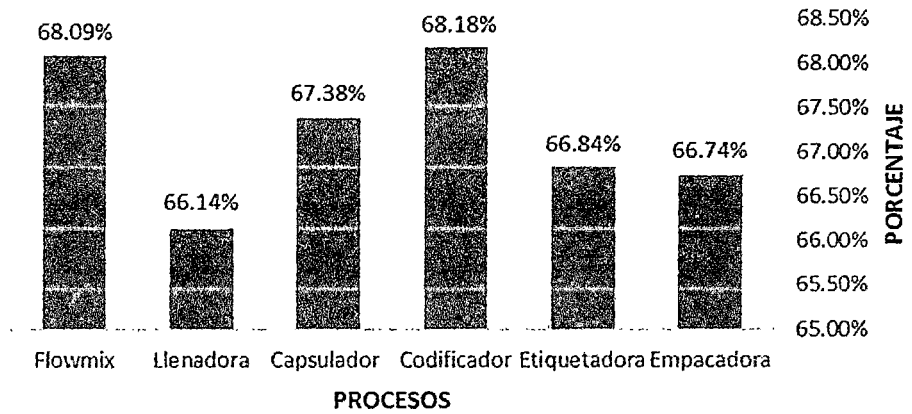
2.2. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Para seleccionar el proceso crítico de producción se va a analizar los siguientes factores:

- a) Volumen de producción: Al ser una línea continua cuyo volumen está determinado por el proceso crítico (llenado), todos los equipos/máquinas tienen el mismo volumen de producción obtenido por la llenadora en el periodo de estudio.

b) Capacidad teórica vs. Volumen de producción

CAPACIDAD VS. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN
Enero - Abril 2015



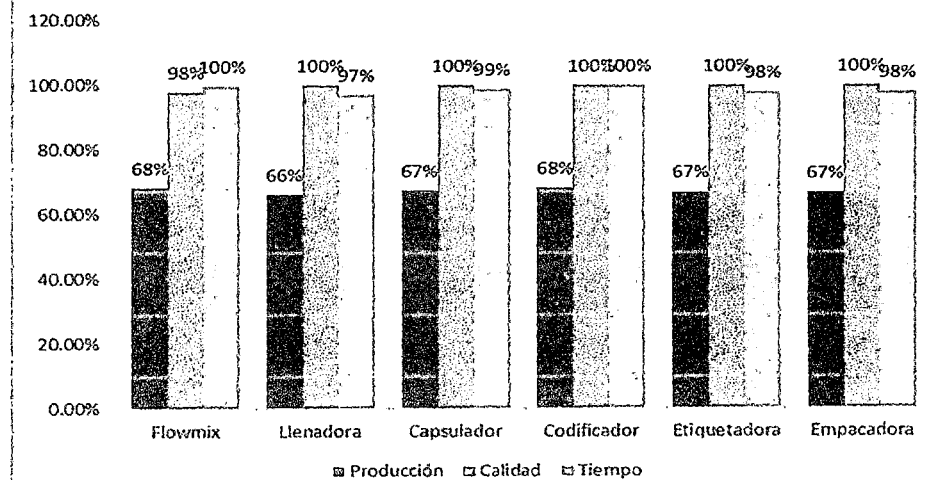
El área con menor ocupación de su capacidad es la llenadora con un 66.14%, es importante notar que la etiquetadora y la empacadora con su aporte en la producción se ocupó alrededor de 66% de su capacidad debido a que presentó problemas en la misma medida que la llenadora en cuanto al tiempo disponible y al tiempo de parada.

La utilización del Flowmix y el codificador son las mejores en 68% del tiempo disponible, por lo cual también permanece parte del tiempo sin operar.

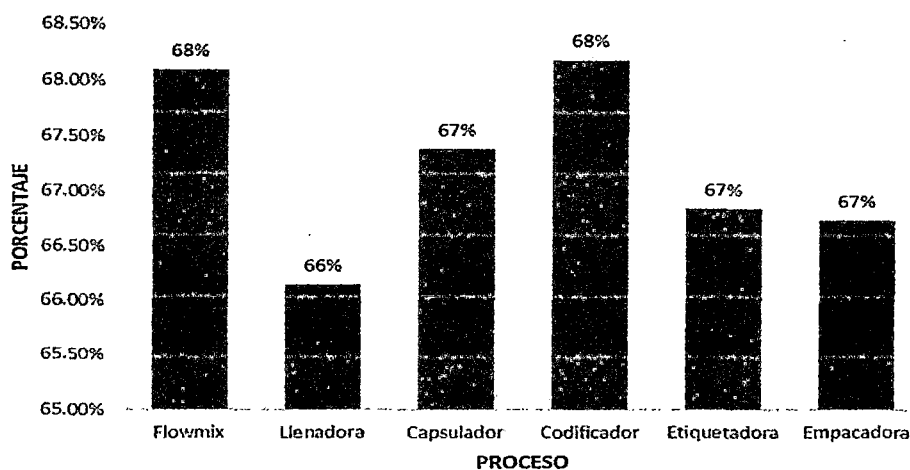
c) Nivel de Eficiencia

Para analizar este indicador se presentan los componentes de la eficiencia en cada proceso. En el envasado PET, se toman en consideración solamente la llenadora que representa el 66% de la producción total.

COMPONENTES DE LA EFICIENCIA
Enero - Abril 2015



**PORCENTAJE DE EFICIENCIA
Enero - Abril 2015**

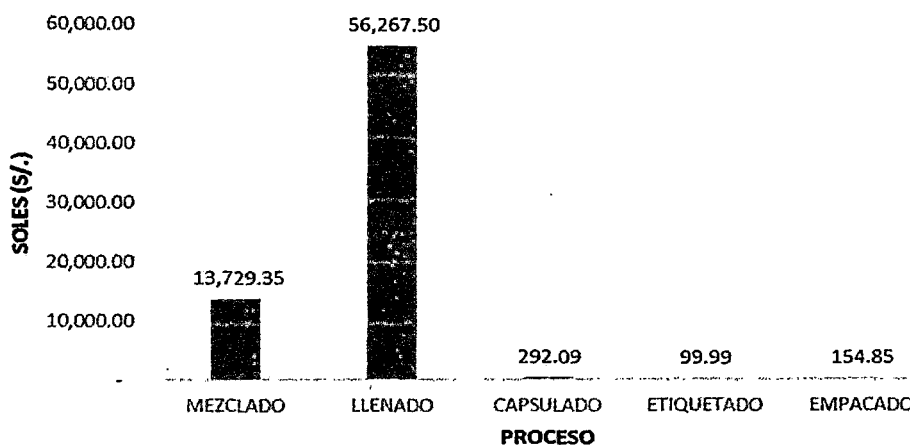


En la figuras se presentan el cálculo de las eficiencias de cada proceso productivo. En forma general se puede notar que las eficiencias en cada proceso son menores al 70% lo cual indica que hay oportunidades de mejoras en todos los procesos, es decir en toda la línea en general. El área que presenta el mayor porcentaje de eficiencia son el Flowmix y el codificador, con 68%. La baja de la eficiencia se debe a la inadecuada utilización del tiempo productivo disponible.

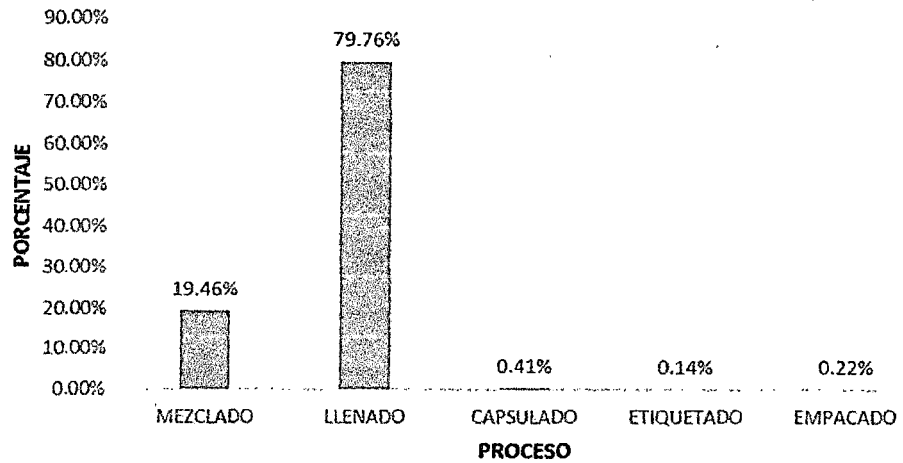
El área de llenado, es la de menor eficiencia con 66% y se debe a que su capacidad productiva es muy grande en comparación con el tiempo productivo disponible y del tiempo disponible total, lo que hace que su capacidad y tiempo disponible sean subutilizados.

d) Nivel de desperdicios

**NIVEL DE DESPERDICIOS
Enero - Abril 2015**



DESPERDICIOS VS. TOTAL
Enero - Abril 2015



Las figuras muestran la producción de desperdicios en cada área. El área que presenta mayores desperdicios es la de llenado con 56 mil soles, lo cual representa el 79.76% del total de desperdicio generado por la línea. Esto se produce generalmente por limpiezas de máquina en el proceso, cambios de sabor, cambios de formato, deficiencias en el nivel de llenado, fallas de equipo, etc.

Se debe resaltar que la mayoría de este desperdicio se asume como "Normal" pues se generan en procesos que se tienen que ejecutar indefectiblemente.

El área de mezclado también posee un elevado nivel de desperdicios que representa casi el 20% del total de desperdicios. En este caso la mayor parte es desperdicio se presenta al cambio de sabor.

2.3. SELECCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

En la siguiente se puede observar los valores obtenidos en el proceso productivo.

Tabla 08. Resumen de indicadores de producción

	Producción (Litros.)	Capacidad vs. Producción	Eficiencia	Desperdicio
Mezclado	8,488,305	68.09%	99.69%	19.46%
Llenado	8,488,305	66.14%	96.84%	79.76%
Capsulado	8,488,305	67.38%	98.66%	0.41%
Codificado	8,488,305	68.18%	99.83%	0.00%
Etiquetado	8,488,305	66.84%	97.86%	0.14%
Empacado	8,488,305	66.74%	97.71%	0.22%

Al ordenar los procesos productivos según el valor obtenido en cada indicador, se puede obtener la siguiente tabla.

Tabla 09. Procesos productivos por indicador

	Producción (Kg.)	Capacidad vs. Producción	Eficiencia	Desperdicio
6	Llenado	Llenado	Llenado	Llenado
5	Mezclado	Empacado	Empacado	Mezclado
4	Capsulado	Etiquetado	Etiquetado	Capsulado
3	Etiquetado	Capsulado	Capsulado	Empacado
2	Empacado	Mezclado	Mezclado	Etiquetado
1	Codificado	Codificado	Codificado	Codificado

Los números del 1 al 6 representan la calificación de cada proceso en cada indicador, siendo el 6 la mayor calificación y el 1 la calificación más baja.

Para realizar la selección del proceso a estudiar, se va a establecer una ponderación a cada factor de producción para indicar la importancia de este ítem en la empresa, lo cual se observa en la siguiente tabla.

Tabla 10. Ponderación de indicadores de producción

Indicadores	Ponderación
Producción	10%
Capacidad vs. Producción	30%
Eficiencia	40%
Desperdicio	20%

Calificando cada proceso productivo, se obtienen las siguientes tablas:

Tabla 11. Calificación de mezclado

Indicadores	Ponderación	Calificación	
Producción	10%	5	0.50
Capacidad vs. Producción	30%	2	0.60
Eficiencia	40%	2	0.80
Desperdicio	20%	5	1.00
TOTAL			2.90

Tabla 12. Calificación de llenado

Indicadores	Ponderación	Calificación	
Producción	10%	6	0.60
Capacidad vs. Producción	30%	6	1.80
Eficiencia	40%	6	2.40
Desperdicio	20%	6	1.20
TOTAL			6.00

Tabla 13. Calificación de capsulado

Indicadores	Ponderación	Calificación	
Producción	10%	4	0.40
Capacidad vs. Producción	30%	3	0.90
Eficiencia	40%	3	1.20
Desperdicio	20%	4	0.80
TOTAL			3.30

Tabla 14. Calificación de codificado

Indicadores	Ponderación	Calificación	
Producción	10%	1	0.10
Capacidad vs. Producción	30%	1	0.30
Eficiencia	40%	1	0.40
Desperdicio	20%	1	0.20
TOTAL			1.00

Tabla 15. Calificación de etiquetado

Indicadores	Ponderación	Calificación	
Producción	10%	3	0.30
Capacidad vs. Producción	30%	4	1.20
Eficiencia	40%	4	1.60
Desperdicio	20%	2	0.40
TOTAL			3.50

Tabla 16. Calificación de empaçado

Indicadores	Ponderación	Calificación	
Producción	10%	2	0.20
Capacidad vs. Producción	30%	5	1.50
Eficiencia	40%	5	2.00
Desperdicio	20%	3	0.60
TOTAL			4.30

Al ordenar los procesos productivos según la calificación obtenida, se puede generar la siguiente tabla:

Tabla 17. Procesos ordenados por calificación

Procesos Productivos	Calificación
Mezclado	2.90
Llenado	6.00
Capsulado	3.30
Codificado	1.00
Etiqueta	3.50
Empacado	4.50

En tabla, el proceso de Llenado obtuvo calificación más alta es 6.00 puntos, seguido de Empacado con 4.50 puntos. De acuerdo al análisis realizado se al proceso de llenado debe ser mejorado.

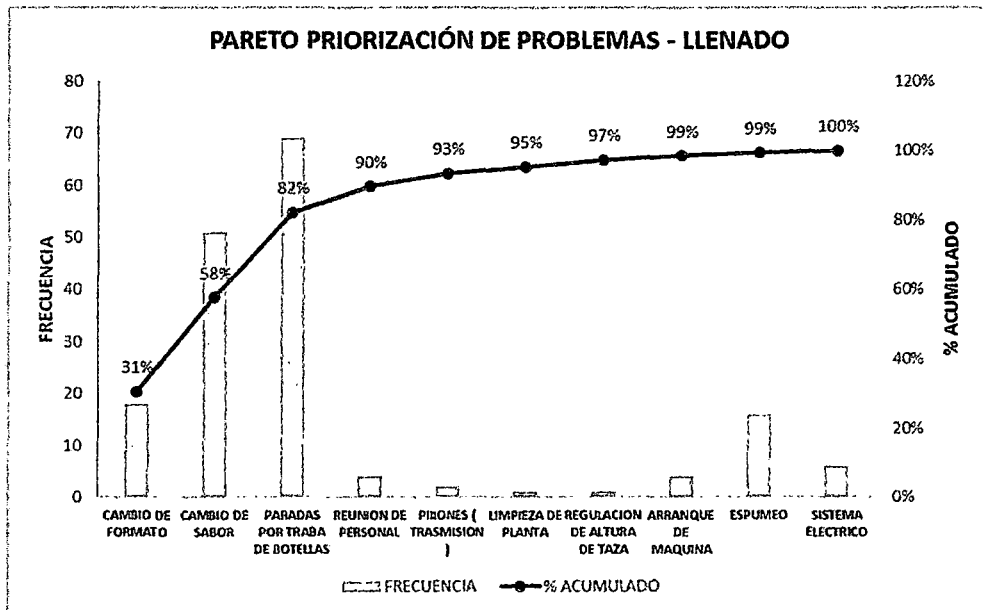
III. PLAN DE MEJORAS

3.1. IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES DE MEJORAS

Para determinar los principales problemas del proceso de llenado se realiza en primera instancia una reunión con el jefe de turbo y el jefe de planta. En esta reunión se identifican los problemas, para cuantificar la frecuencia con la que suceden los problemas antes mencionados se revisa los reportes de paradas en producción del proceso de envasado, y en particular el llenado, en los últimos 4 meses. Con los datos obtenidos se elabora la tabla 18:

Tabla 18. Frecuencia de problemas en llenado

Problemas	f	%	Acumulado
Demoras en el cambio de formato	18	30.57%	30.57%
Paradas por cambio de sabor	51	27.18%	57.75%
Paradas por trabas de botellas	69	24.39%	82.14%
Demoras por ausentismo e imprevistos	4	7.57%	89.71%
Paradas por fallas en sistema de transmisión	2	3.66%	93.37%
Limpieza de planta	1	1.94%	95.31%
Paradas por regulación de altura de taza	1	1.94%	97.25%
Arranque de máquinas	4	1.29%	98.54%
Paradas por espumeo de bebida	16	0.81%	99.35%
Fallas en el sistema eléctrico	6	0.65%	100.00%
TOTAL	172		

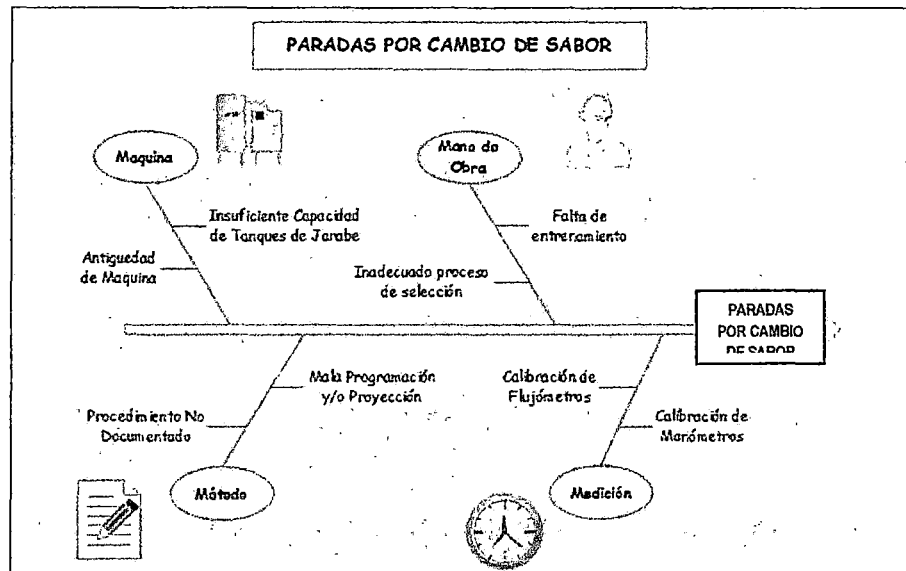
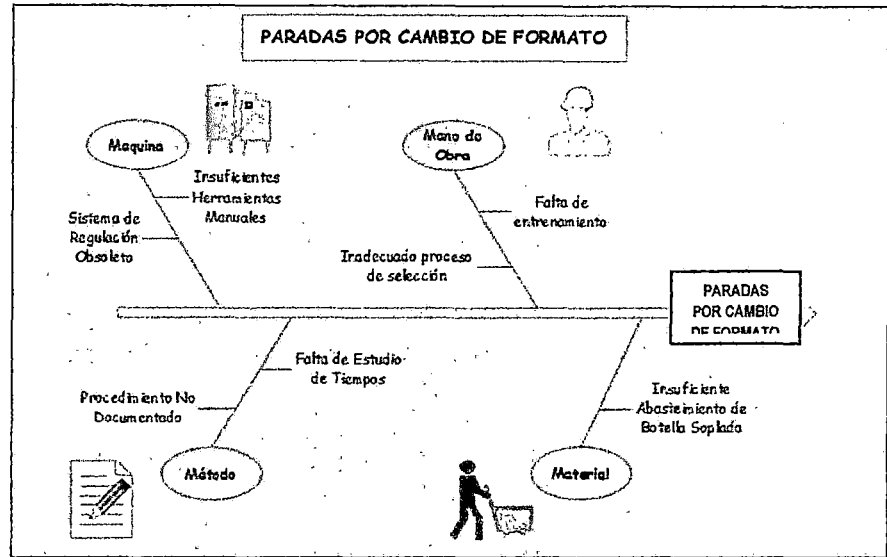


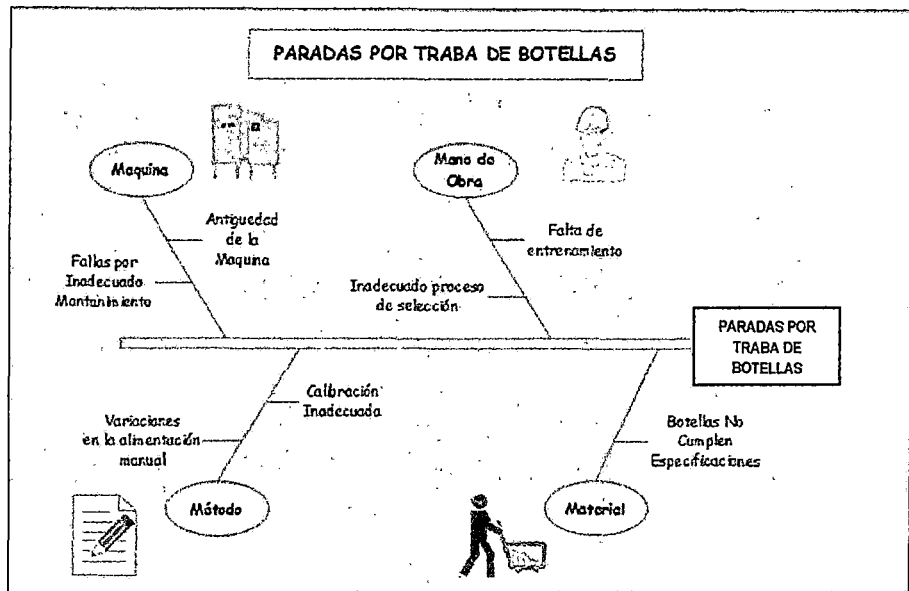
En la figura se observan los problemas más frecuentes en el área de llenado, de los cuales se analizará por decisión de la dirección, aquellos problemas que representen el 82% del total.

Los problemas que se analizarán a continuación para determinar sus causas son:

- Demoras en cambio de formatos.
- Paradas por cambio de sabor.
- Paradas por trabas de botella.

Análisis de las causas de los principales problemas





Flujo de Materiales y Distribución de planta

Analizar el flujo de materiales ayudará a eliminar movimientos innecesarios y a agilizar el proceso productivo de toda la planta. La tabla 20 presenta las distancias que recorre el producto en el proceso productivo.

Tabla 19. DISTANCIAS RECORRIDAS POR EL PRODUCTO

Materiales	Distancia recorrida
Materia Prima	130 m
Productos en Proceso	30 m
Productos Terminados	60 m
TOTAL	220 m

3.2. PLANTEAMIENTO DE OPERACIONES DE MEJORAS

En la tabla 20 se hace una recopilación de los principales problemas que afectan al proceso productivo en el llenado, se seleccionan las principales causas y se proponen las técnicas de Manufactura Esbelta más adecuadas para dar solución al problema planteado.

Tabla 20. Técnicas de manufactura esbelta para los problemas planteados

Problemas	Causas	Posibles soluciones
Demoras en Cambio de Formato	<ul style="list-style-type: none"> - No existe procedimiento de cambio de formato estándar. - No existe estudio de tiempo estándar de trabajo. - Insuficientes herramientas manuales por pérdida o deterioro. - Inadecuado proceso de selección de personal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo en Equipo (Método Kaizen) - Intercambio Rápido (SMED) - Metodología 5S's - TOC (Teoría de las restricciones)

	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de entrenamiento a operadores. - Insuficiente abastecimiento de botellas sopladas. 	
Paradas por Cambio de Sabor	<ul style="list-style-type: none"> - Inadecuada programación y/o proyección de ventas. - No existe procedimiento de cambio de sabor estándar. - Máquinas que superan su tiempo de vida útil. - Insuficiente capacidad de tanques de jarabe. - Inadecuado proceso de selección de personal. - Falta de entrenamiento a operadores. - Calibración de flujómetros y manómetros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo en Equipo (Método Kaizen). - Takt Time - ERP
Paradas por Traba de Botellas	<ul style="list-style-type: none"> - Variación en la alimentación de botellas. - No existe un estándar de calibración. - Mantenimiento inadecuado de equipos. - Máquinas que superan su tiempo de vida útil. - Inadecuado proceso de selección de personal. - Falta de entrenamiento a operadores. - Botellas no cumple con especificaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento Productivo Total (TPM) - Trabajo en Equipo (Método Kaizen). - Calidad en la fuente (Jidoka) - Control Estadístico de Procesos

3.3. SELECCIÓN DE OPCIONES DE MEJORAS

Para la selección de las opciones de mejoras se analiza el impacto y la factibilidad de cada propuesta mediante una matriz de priorización.

El análisis del impacto en la mejora y la factibilidad se lo realizará haciendo una ponderación de los elementos de evaluación mostrados en la tabla 22 y 23 respectivamente.

Tabla 21. Factores de análisis en impacto a la mejora

Impacto en la mejora	Ponderación
Disminución de los tiempos improductivos	30%
Disminución de productos defectuosos	20%
Disminución de los costos	15%
Incremento en el nivel del servicio	15%
Disminución del inventario	10%
Disminución de los reprocesos	5%
Disminución del tiempo de entrega	5%
TOTAL	100%

Tabla 22. Factores de análisis en la factibilidad

Factibilidad	Ponderación
Monto de la inversión	30%
Grado de dificultad en la implementación	25%
Compromiso con el cambio propuesto	20%
Disponibilidad de poder (extensión del proyecto)	15%
Uso de tecnología	5%
Nivel de los participantes	5%
TOTAL	100%

Trabajo en equipo (Método Kaizen)

Tabla 23. Impacto en la mejora del trabajo en equipo

Impacto en la mejora	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Disminución de los tiempos improductivos	30%	6	1.80
Disminución de productos defectuosos	20%	6	1.20
Disminución de los costos	15%	4	0.60
Incremento en el nivel del servicio	15%	5	0.75
Disminución del inventario	10%	3	0.30
Disminución de los reprocesos	5%	3	0.15
Disminución del tiempo de entrega	5%	5	0.25
TOTAL	100%		5.00

Tabla 24. Factibilidad del trabajo en equipo

Factibilidad	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Monto de la inversión	30%	8	2.40
Grado de dificultad en la implementación	25%	4	1.00
Compromiso con el cambio propuesto	20%	5	1.00
Disponibilidad de poder (extensión del proyecto)	15%	6	0.90
Uso de tecnología	5%	8	0.40
Nivel de los participantes	5%	4	0.20
TOTAL	100%		5.90

Intercambio rápido (SMED)

Tabla 25. Impacto en la mejora de SMED

IMPACTO EN LA MEJORA	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Disminución de los tiempos improductivos	30%	10	3.00
Disminución de productos defectuosos	20%	9	1.80
Disminución de los costos	15%	9	1.35
Incremento en el nivel del servicio	15%	9	1.35
Disminución del inventario	10%	4	0.40
Disminución de los reprocesos	5%	6	0.30
Disminución del tiempo de entrega	5%	7	0.35
TOTAL	100%		8.55

Tabla 26. Factibilidad de SMED

Factibilidad	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Monto de la inversión	30%	9	2.70
Grado de dificultad en la implementación	25%	9	2.25
Compromiso con el cambio propuesto	20%	7	1.40
Disponibilidad de poder (extensión del proyecto)	15%	6	0.90
Uso de tecnología	5%	9	0.45
Nivel de los participantes	5%	8	0.40
TOTAL	100%		8.10

Metodología 5S's

Tabla 27. Impacto en la mejora de 5 S's

Impacto en la mejora	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Disminución de los tiempos improductivos	30%	7	2.10
Disminución de productos defectuosos	20%	8	1.60
Disminución de los costos	15%	5	0.75
Incremento en el nivel del servicio	15%	3	0.45
Disminución del inventario	10%	3	0.30
Disminución de los reprocesos	5%	7	0.35
Disminución del tiempo de entrega	5%	3	0.15
TOTAL	100%		5.70

Tabla 28. Factibilidad de 5 S's

Factibilidad	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Monto de la inversión	30%	9	2.70
Grado de dificultad en la implementación	25%	4	1.00
Compromiso con el cambio propuesto	20%	6	1.20
Disponibilidad de poder (extensión del proyecto)	15%	5	0.75
Uso de tecnología	5%	7	0.35
Nivel de los participantes	5%	7	0.35
TOTAL	100%		6.35

Control Estadístico de Procesos

Tabla 29. Impacto en la mejora de control estadístico de procesos

Impacto en la mejora	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Disminución de los tiempos improductivos	30%	6	1.80
Disminución de productos defectuosos	20%	10	2.00
Disminución de los costos	15%	6	0.90
Incremento en el nivel del servicio	15%	4	0.60
Disminución del inventario	10%	3	0.30
Disminución de los reprocesos	5%	8	0.40
Disminución del tiempo de entrega	5%	3	0.15
TOTAL	100%		6.15

Tabla 30. Factibilidad de control estadístico de procesos

Factibilidad	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Monto de la inversión	30%	8	2.40
Grado de dificultad en la implementación	25%	5	1.25
Compromiso con el cambio propuesto	20%	6	1.20
Disponibilidad de poder (extensión del proyecto)	15%	4	0.60
Uso de tecnología	5%	8	0.40
Nivel de los participantes	5%	7	0.35
TOTAL	100%		6.20

Mantenimiento Productivo Total

Tabla 31. Impacto en la mejora de TPM

Impacto en la mejora	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Disminución de los tiempos improductivos	30%	9	2.70
Disminución de productos defectuosos	20%	10	2.00
Disminución de los costos	15%	6	0.90
Incremento en el nivel del servicio	15%	4	0.60
Disminución del inventario	10%	3	0.30
Disminución de los reprocesos	5%	9	0.45
Disminución del tiempo de entrega	5%	5	0.25
TOTAL	100%		7.10

Tabla 32. Factibilidad de TPM

Factibilidad	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Monto de la inversión	30%	8	2.40
Grado de dificultad en la implementación	25%	5	1.25
Compromiso con el cambio propuesto	20%	6	1.20
Disponibilidad de poder (extensión del proyecto)	15%	4	0.60
Uso de tecnología	5%	8	0.40
Nivel de los participantes	5%	7	0.35
TOTAL	100%		6.10

Teoría de Restricciones (TOC)**Tabla 33. Impacto en la mejora de teoría de restricciones**

Impacto en la mejora	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Disminución de los tiempos improductivos	30%	7	2.10
Disminución de productos defectuosos	20%	6	1.20
Disminución de los costos	15%	9	1.35
Incremento en el nivel del servicio	15%	4	0.60
Disminución del inventario	10%	9	0.90
Disminución de los reprocesos	5%	7	0.35
Disminución del tiempo de entrega	5%	9	0.45
TOTAL	100%		6.95

Tabla 34. Factibilidad de teoría de restricciones

Factibilidad	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Monto de la inversión	30%	8	2.40
Grado de dificultad en la implementación	25%	5	1.25
Compromiso con el cambio propuesto	20%	4	0.80
Disponibilidad de poder (extensión del proyecto)	15%	4	0.60
Uso de tecnología	5%	6	0.30
Nivel de los participantes	5%	4	0.20
TOTAL	100%		5.55

ERP**Tabla 35. Impacto en la mejora de ERP**

Impacto en la mejora	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Disminución de los tiempos improductivos	30%	5	1.50
Disminución de productos defectuosos	20%	4	0.80
Disminución de los costos	15%	7	1.05
Incremento en el nivel del servicio	15%	7	1.05
Disminución del inventario	10%	8	0.80
Disminución de los reprocesos	5%	5	0.25
Disminución del tiempo de entrega	5%	8	0.40
TOTAL	100%		5.85

Tabla 36. Factibilidad de ERP

Factibilidad	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Monto de la inversión	30%	3	0.90
Grado de dificultad en la implementación	25%	4	1.00
Compromiso con el cambio propuesto	20%	5	1.00
Disponibilidad de poder (extensión del proyecto)	15%	4	0.60
Uso de tecnología	5%	8	0.40
Nivel de los participantes	5%	5	0.25
TOTAL	100%		4.15

Takt Time**Tabla 37. Impacto en la mejora de takt time**

Impacto en la mejora	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Disminución de los tiempos improductivos	30%	10	3.00
Disminución de productos defectuosos	20%	7	1.40
Disminución de los costos	15%	6	0.90
Incremento en el nivel del servicio	15%	8	1.20
Disminución del inventario	10%	9	0.90
Disminución de los reprocesos	5%	4	0.20
Disminución del tiempo de entrega	5%	9	0.45
TOTAL	100%		8.05

Tabla 38. Factibilidad de takt time

Factibilidad	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Monto de la inversión	30%	8	2.40
Grado de dificultad en la implementación	25%	8	2.00
Compromiso con el cambio propuesto	20%	6	1.20
Disponibilidad de poder (extensión del proyecto)	15%	4	0.60
Uso de tecnología	5%	3	0.15
Nivel de los participantes	5%	4	0.20
TOTAL	100%		6.95

Calidad en la Fuente (Jidoka)**Tabla 39. Impacto en la mejora de calidad en la fuente**

Impacto en la mejora	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Disminución de los tiempos improductivos	30%	7	2.10
Disminución de productos defectuosos	20%	9	1.80
Disminución de los costos	15%	8	1.20
Incremento en el nivel del servicio	15%	4	0.60
Disminución del inventario	10%	3	0.30
Disminución de los reprocesos	5%	9	0.45
Disminución del tiempo de entrega	5%	5	0.25
TOTAL	100%		6.60

Tabla 40. Factibilidad de calidad en la fuente

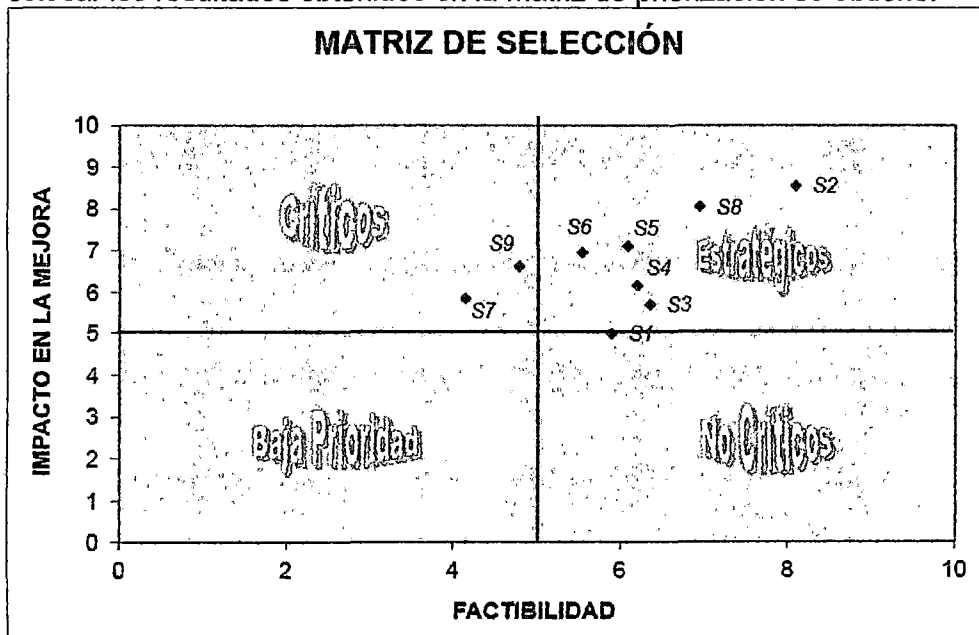
Factibilidad	Ponderación 0% - 100%	Calificación 0-10	
Monto de la inversión	30%	5	1.50
Grado de dificultad en la implementación	25%	6	1.50
Compromiso con el cambio propuesto	20%	4	0.80
Disponibilidad de poder (extensión del proyecto)	15%	7	0.85
Uso de tecnología	5%	8	0.40
Nivel de los participantes	5%	7	0.35
TOTAL	100%		4.80

En la tabla 35 se puede observar el resultado del análisis del impacto en la mejora y la factibilidad de cada método propuesto para solucionar los problemas planteados.

Tabla 41. Resumen de métodos analizados

	Impacto	Factibilidad	
Trabajo en equipo	5.00	5.90	S1
Intercambio rápido (SMED)	8.55	8.10	S2
5s	5.70	6.35	S3
Control estadístico de proceso	6.15	6.20	S4
TPM	7.10	6.10	S5
Teoría de restricciones	6.95	5.55	S6
ERP	5.85	4.15	S7
Takt time	8.05	6.95	S8
Calidad en la fuente	6.60	4.80	S9

Al colocar los resultados obtenidos en la matriz de priorización se obtiene:



Se observa que los proyectos de Calidad en la Fuente (Jidoka) y ERP deben considerarse críticos, aunque hay que tener en cuenta que son muy difíciles para ser implementados pues implican un factor presupuestal representativo.

Las técnicas de Manufactura Esbelta consideradas con alto impacto en la mejora y alta factibilidad son: Trabajo en Equipo (Kaizen Blitz), Intercambio Rápido (SMED), Metodología 5S, Control Estadístico de Procesos, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Teoría de Restricciones TOC, Takt Time.

3.4. PLAN DE MEJORAS

Para llevar a cabo la implementación de las técnicas de Manufactura Esbelta seleccionadas se elabora las actividades de cada acción de mejora, el responsable de la ejecución de cada acción, las fechas planificadas de realización de las tareas, los recursos que se necesitan y los beneficios que se esperan obtener de la implementación de la acción.

3.5. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Para realizar el análisis de los costos del proyecto, se tomará en consideración el tiempo de 6 meses en que se tiene planificado su implementación. Los beneficios esperados se analizarán en un periodo de tiempo de 1 año de acuerdo a la decisión de gerencia.

COSTOS

Entre los costos de operación que se van a tomar en consideración se encuentran los siguientes:

Honorarios del experto en Manufactura Esbelta.- Para la ejecución del proyecto es necesario contar con la asesoría y capacitación de un experto que instruya al personal y guíe al cumplimiento de las metas trazadas. De acuerdo al cronograma de actividades planteado, se planificarán 5 semanas de capacitación a todas las personas que participarán en el proyecto.

En las tablas 42 y 43 se establecen el número de participante en el proyecto y las horas de capacitación que se requerirán para cada técnica de Manufactura Esbelta.

Tabla 42. Participantes en el proyecto

Personal a capacitar	Número de personas
Operarios	33
Supervisores	3
Jefe de Producción	1
Jefe de Turno	1
Jefe de Mantenimiento	1
Analista de Planeamiento	1
Total de Personas	40

Tabla 43. Tiempo de capacitación

Herramienta	Horas de capacitación
Trabajo en equipo	4
Intercambio rápido (SMED)	8
5's	4
Control estadístico de proceso	6
TPM	8
Teoría de restricciones	4
ERP	4
Takt time	6
Calidad en la fuente	4
Total de Horas	48

Se establece un costo de S/.65.00 por hora de capacitación en técnicas de Manufactura Lean, teniendo como resultado S/.3120.00 en las 48 horas de capacitación.

Las capacitaciones serán dictadas al inicio de la implementación de cada herramienta analizada y se solicitará además la asesoría técnica del experto durante el proyecto. Para el seguimiento se destinarán 4 horas al mes, en las cuales el coordinador del proyecto se reunirá con el experto para revisar los avances obtenidos. Se destina un presupuesto de S/.250 por hora de seguimiento, lo cual da como resultado S/.1000 al mes teniendo como resultado en los 5 meses de seguimiento S/.5000.

Si calculamos el costo de capacitación por persona, obtenemos:

$S/. 3120 / 40 \text{ personas} = S/. 78 \text{ por persona}$

Y el costo por hora hombre capacitado:

$S/. 78 / 48 \text{ h} = S/. 1.63 \text{ por hora hombre}$

Salario del coordinador de proyecto.- Se va a designar a una persona que esté al frente del proyecto, coordinando las actividades, dando seguimiento y evaluando los resultados. La empresa deberá establecer la designación de un coordinador del proyecto, que tenga iniciativa para liderar el proyecto e informar de sus avances y logros.

Difusión del proyecto en la compañía.- Es necesario que el personal de la compañía esté enterado de la ejecución del proyecto para que aporten con sus ideas y experiencias. La difusión se llevará a cabo mediante afiches, trípticos, folletos, etc. Se establece un presupuesto de S/. 500 para la difusión del proyecto.

Materiales didácticos para capacitación.- Implementos que se utilizarán en la capacitación del personal como copias, cuadernos, etc. El presupuesto destinado es S/. 300. Se tomará en consideración como costos de inversión los siguientes:

- Implementación de equipos de trabajo.- Para la estimación de costos en la formación de equipos de mejora continua se tomará como base un costo estimado para la ejecución de esta herramienta Lean. Costo de implementación de equipo de mejora continua S/. 2000
- Implementación de SMED.- La implementación de SMED requerirá no sólo la eliminación de actividades innecesarias sino también la compra o construcción de dispositivos, herramientas y equipos que permitan reducir y ayudar a reducir el tiempo en los cambios de formato. Se tomará como estimado un monto de S/. 45000.
- Implementación de control estadístico del proceso.- El Control estadístico de los parámetros de calidad de los productos en la compañía, puede requerir la compra de equipos que permitan medir estas variables. Se va a considerar el costo de algunos equipos y herramientas que ayuden a la verificación de la calidad del producto en el proceso crítico, lo cual se muestra en la tabla 44.

Tabla 44. Costo de equipos de control estadístico

Descripción	Precio
Equipos Especializados	S/. 20,000
Herramientas Manuales	S/. 4,000
Costo total del equipo	S/. 24,000

Metodología 5S's.- Los costos generados para la implementación son mínimos, pues en general radica su dificultad en el factor cultural que se tiene que fomentar en la empresa. Se tomarán en consideración algunas propuestas planteadas para el ordenamiento, reubicación, limpieza y segregación de objetos no necesarios en las zonas de proceso.

Mantenimiento Productivo Total (TPM).- Los costos generados para la implementación tienen que ver con la adquisición de herramientas manuales que faciliten la incorporación del operador en la cultura de mantenimiento productivo total, a fin de asegurar en el lugar de trabajo, la disponibilidad total del equipo que opera.

Tabla 45. Costo de TPM

Descripción	Precio
Herramientas Manuales	S/. 4,000
Costo total	S/. 4,000

BENEFICIOS

Reducción de tiempos de cambio de productos en un 30%

El beneficio esperado por la aplicación de SMED, resulta de calcular los ingresos adicionales que se obtendrán al producir en el 30% del tiempo que se ahorra en el cambio de formato en el proceso de impresión.

Para el cálculo del tiempo de cambio de formato, se toman los datos de los reportes de enero a abril obtenidos en la línea de producción en 2015.

Tabla 46. Cálculo del beneficio de aplicación de SMED

Tiempo promedio de cambio	1	hora
Número de cambios por día	2	cambios
Total de cambios (1 año)	624	cambios
Tiempo total de cambio	624	horas
Ahorro debido a SMED	187	horas
Producción promedio producto más vendido	145	cajas/hora
Producción Total	27,115	cajas
Precio de 1caja de Bebidas 500 ml.	S/. 63.00	
Ingreso Esperado	S/.1'708,245.00	
Costo Esperado	S/.1'087,854.00	
Utilidad Esperada	S/. 620,391.00	

Reducción de desperdicios 30%

Para determinar este valor se tomará el 30% del costo del desperdicio total analizado debido a que este sería el ahorro generado en 4 meses y se lo multiplicaría por 3 para obtener el dato aproximado de un año.

Costo total del desperdicio S/. 73,071.13

Ahorro del 30% en 4 meses S/. 21,921.34

Ahorro del 30% en 1 año S/. 65,764.02

Tabla 47. Análisis costo beneficio

Costos de Operación	Monto (S/.)
Honorarios de experto en manufactura esbelta	3,120.00
Seguimiento del proyecto	5,000.00
Difusión del proyecto en la compañía	500.00
Materiales didácticos para capacitación	300.00
Costos de Inversión	
Implementación de equipos de trabajo	2,000.00
Implementación de SMED	45,000.00
Implementación de control estadístico de procesos	24,000.00
Implementación de TPM	4,000.00
COSTO TOTAL	83,920.00
Beneficios	
Reducción de tiempos de cambio de productos en un 30%	620,391.00
Reducción del costo del desperdicio en 30%	65,764.02
BENEFICIO BRUTO	686,155.02
Bono del 20% para los trabajadores	68,615.50
BENEFICIO NETO	617,539.52

Se puede observar en la tabla 48 que el costo de implementación es de S/. 83,920.00 y los beneficios esperados S/. 686,155.02 por lo cual el proyecto se pagaría al primer año de ser implementado.