

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA DE POSGRADO



**REDISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA
INDUSTRIAS Y NEGOCIOS PICCOLI S.R.L. UTILIZANDO
HERRAMIENTAS LEAN PARA EL INCREMENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

AUTORA

ROXANA GHERALDINY SÁNCHEZ ACUÑA

ASESOR

Mgtr. CÉSAR ULISES CAMA PELÁEZ

Chiclayo, 2019

DEDICATORIA

A mis padres, Willam Humberto Sánchez Carranza y Reyna Marizol Acuña Dávila, pues ellos son el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentaron en mí la base de responsabilidad y superación, han sido un verdadero apoyo en cada aventura que decidí emprender y espero que lo sigan siendo. A mis abuelos Elías Sánchez Ruiz, José Acuña Clavo y Luz María Dávila Delgado quienes desde el cielo me cuidan y a mi abuelita Candelaria Carranza Rojas por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido ayuda durante todo el desarrollo del proyecto. A mis padres, familiares que me brindan el apoyo, la alegría y la fortaleza necesaria para seguir adelante. Al Mgtr. Oscar Kelly Vásquez Gervasi, al Mgtr Carlos Jave Gutiérrez, al Mgtr Janderson Romário Borges da Cruz Ferreira y a mi asesor Cesar Cama Peláez por la motivación para realizar esta maestría y por guiarme a lo largo del desarrollo de esta investigación.

RESUMEN

Industrias y Negocios Piccoli SRL, con nombre comercial Cocktail Piccoli es una empresa creada el año 2014 dedicada a la producción de bebidas alcohólicas de la categoría cremas de licor, única en Lambayeque Perú que los produce de manera semi-industrial.

En el análisis de la situación actual se identificó que su productividad por trabajador es baja en comparación a otras empresas de similares productos y sistema productivo, siendo los principales motivos las actividades que no agregan valor, con un total de 840 min por lote, tiempos muertos (905.6 min a la semana) y deficiencia de equipamiento.

La propuesta de mejora se basó en la utilización de herramientas Lean para optimizar el uso de los recursos: Value Stream Mapping, Balance de Línea, estandarización de tiempos, así como análisis de la factibilidad económica de la compra de una marmita, Método Güerchet y SLP; las que contribuyen en mejorar la tasa de utilización de los trabajadores. Con lo cual se logró un aumento de la productividad de **1920 cajas por trabajador** al año, a **2408 cajas por trabajador** al año. La propuesta requiere de una inversión total de S/ 25,658 y produce un beneficio mensual de S/ 15,138. Esta inversión puede ser pagada en menos de 2 meses con retorno de la inversión positivo de 17,00% siendo favorable para organización.

Palabras Claves: Proceso productivo, herramientas lean, productividad, distribución de planta

ABSTRACT

Industrias y Negocios Piccoli SRL, with commercial name Cocktail Piccoll, is a company created in 2014 dedicated to the production of alcoholic drinks, liquor creams category. It is the exclusive company in Lambayeque Peru that produces them in a semi-industrial manner.

In the analysis of the current situation it was identified that its productivity per worker is low compared to other companies with similar products and productive system, being the main reasons of this; the activities that do not add value, 840 min for lot, downtime (905.6 on the week) and equipment deficiency.

The improvement proposal is based on the use of Lean tools to optimize the use of resources: Value Stream Mapping, Line Balance, Time Standardization, as well as, analysis of the Economic Feasibility of the Purchase of a Boiler, Güerchet Method and SLP, which contribute to improve the utilization rate of Workers. This resulted in an increase in productivity of 1920 boxes per worker per year, to 2408 boxes per worker per year. The proposal requires a total investment of S / 25,658 and produces a monthly benefit of S/ 15,138. This investment can be paid in less than 2 months and with a positive return on investment of 17.00%, being favorable for organization.

Keywords: Production process, lean tools, productivity, plant distribution

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
I. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	4
•	
1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Base teórico- conceptual.....	7
1.2.1. Industria de bebidas alcohólicas.....	7
1.2.2. Procesos productivos.....	8
1.2.3. Rediseño productivo.....	9
1.2.4. Herramientas lean.....	10
1.2.5. Herramientas de análisis de procesos.....	12
1.2.6. Indicadores de desperdicio.....	13
1.2.7. Productividad.....	13
1.2.8. Producción.....	15
1.2.9. Eficiencia.....	15
1.2.10. Costo Unitario de Producción.....	16
1.2.11. Nivel de Servicio.....	16
1.2.12. Value Stream Mapping.....	17
1.2.7. Trabajo Estandarizado.....	28
1.2.8. Balanceo de Líneas.....	33
1.2.9. Ingeniería de Métodos.....	36
1.2.10 Técnica de Interrogatorio Sistemático.....	31
1.2.11. Sistema de Cocción.....	39
1.2.12. Sistema de Refrigeración.....	41
1.2.13. Método Guerchet.....	44
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
2.1 Diseño de investigación.....	46
2.1.2. Tipo de estudio de diseño de contrastación de hipótesis.....	46
2.2 Población.....	47
2.3 Muestra.....	48
2.4 Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	48

2.5 Técnicas de Procesamiento de Datos.....	48
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
3.1 Diagnóstico Actual del Proceso de Fabricación	49
3.1.1 Información de la empresa.....	49
3.1.2 Ventas y participación del mercado.....	49
3.1.3. Información del producto.....	51
3.1.4. Información del sistema de producción.....	52
3.2. Diagnóstico de las Causas de la Baja Productividad	69
3.2.1. Causa 1: Inadecuada Sincronización de Proceso.....	69
3.2.2. Causa 2: Desperdicios en el Método de Trabajo.....	71
3.2.3. Causa 3: Esencia demora en enfriar.....	77
3.2.4. Causa 4: Inadecuado Diseño de Planta.....	81
3.2.4. Identificación del Problema en el proceso de producción sus causas y propuestas de mejora	84
3.3. Desarrollo de la Propuesta.....	85
3.3.1. Matriz de metodología y herramientas.....	85
3.3.2. Selección de la mejor alternativa- diagrama de Pareto.....	86
3.3.3. Causa 1: Inadecuada Sincronización de Procesos	88
3.3.4. Causa 3: Esencia demora en enfriar.....	101
3.3.5. Causa 4: Inadecuado Diseño de Planta	110
3.4 Factibilidad Económica.....	122
3.4.1. Beneficio.....	122
3.4.2. Costo.....	125
 CONCLUSIONES.....	 134
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 135
ANEXOS.....	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Simbología básica para un mapa de valor	26
Tabla 2: Número recomendado de ciclos de operación	30
Tabla 3: Tolerancias para tiempo estándar.	31
Tabla 4 Características técnicas de los sistemas de refrigeración.....	43
Tabla 5: Ficha técnica de la llenadora.....	54
Tabla 6 :Ficha técnica de la selladora	55
Tabla 7: Cronometración de operaciones	63
Tabla 8: Número recomendado de ciclos de operación	64
Tabla 9: Tiempo promedio por operación y elementos.	65
Tabla 10: Resumen de tiempos promedio por operación	69
Tabla 11 Costo de mano de obra ociosa- causa 1	70
Tabla 12: Resumen de Tiempos Hervido del agua	72
Tabla 13: Resumen de Tiempos Desinfección	73
Tabla 14: Resumen de Preparación del Licor	73
Tabla 15: Resumen de Filtrado	73
Tabla 16: Resumen de Homogenizado	74
Tabla 17: Resumen de Llenado	74
Tabla 18: Resumen de Etiquetado	75
Tabla 20: Resumen de Empaque	76
Tabla 21: Total de tiempo de pérdida de método	76
Tabla 22: Demanda mensual proyectada 2018	78
Tabla 23: Costo de Mano de Obra Ociosa- por demora en enfriamiento	80
Tabla 24: Costo de Actividades sin Valor Agregado- Preparación de Licor.....	82
Tabla 25: Matriz de Metodología y Herramientas.....	85
Tabla 26: Tabla de Frecuencias Ordenadas	86
Tabla 28: Resumen VSM Actual	88
Tabla 31: Demanda.....	94
Tabla 32: Takt Time	94
Tabla 33: Tiempo Promedio por Operación	95
Tabla 34: Cálculo de Tiempo Estandar.....	97
Tabla 35: Resumen de Tiempo estandar por Operación.....	98
Tabla 41: Costo Adicional por Supervisor	125
Tabla 42: Costo de Infraestructura.....	126
Tabla 43: Costo Adicional de Vestuario.....	126
Tabla 44: Costos Adicionales de Servicios.....	127
Tabla 45: Costo de Equipos	127
Tabla 46: Costo Adicional de Personal.....	127
Tabla 47: Costo de Capacitación	128
Tabla 48: Gastos en Infraestructura.....	128
Tabla 49: Beneficio/ Costo	129
Tabla 50: Flujo de caja.....	130
Tabla 51: Tasa de libre riesgo y de bonos de EE.UU.	131
Tabla 52: Tasa de interés activo promedio según ls SBN	132
Tabla 53: Promedio de tasa de interés pasiva en moneda nacional	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Paso 1 para trazar un mapa de flujo de valor actual	20
Figura 2: Paso 2 para trazar un mapa de flujo de valor actual	21
Figura 3: Paso 3 para trazar un mapa de flujo de valor actual	22
Figura 4: Paso 4 para trazar un mapa de flujo de valor actual	23
Figura 5: Paso 5 para trazar un mapa de flujo de valor actual	24
Figura 6: Marmita.....	40
Figura 7: Ventas y participación del mercado.....	50
Figura 8: Cocktail de 750ml.....	51
Figura 9: Algarrobina	52
Figura 10: Equipo de embotellado.	54
Figura 11: Equipo de sellado.....	55
Figura 12: Preparación de la Esencia	57
Figura 13: Preparación del licor.	58
Figura 14: Llenado	59
Figura 15: Sellado	60
Figura 16: Etiquetado	60
Figura 17: Almacenado	61
Figura 18: Diagrama de bloques cocktail 750 ml	62
Figura 19: Diagrama de operación del proceso.....	66
Figura 20: Diagrama de análisis esencias.	67
Figura 21: Diagrama de análisis preparación del licor.....	68
Figura 22: Flujo sin balancear	69
Figura 23: Value Stream Mapping inicial	77
Figura 24: Transporte en el área de embazado.....	83
Figura 25: Ishikawa.....	84
Figura 26: Diagrama de Pareto.....	87
Figura 27: VSM actual.	95
Figura 28: Flujo sin Balancear	95
Figura 29: Flujo Balanceado	98
Figura 30: VSM Futuro.	100
Figura 31: Modelo de Referencia Marmita.	103
Figura 32: Tina de Refrigeración.	104
Figura 33: Diagrama de Operación con la Marmita.....	108
Figura 34: Diagrama de Análisis con la Marmita.	109
Figura 35: Matriz diagonal de análisis de cercanía.	117
Figura 36: Diagrama de hilos.	119
Figura 37: Disposición óptima de superficies según las restricciones	119
Figura 38: Distribución de las áreas finales del proceso de fabricación de cocktails con la implementación de la marmita y sistema de frío.....	121

INTRODUCCIÓN

En este mundo globalizado; la creación de nuevas tecnologías ha obligado a modernizar, actualizar y renovar los procesos en todo campo del conocimiento o actividad humana. La coctelería, al ser una disciplina directamente vinculada a la sociedad moderna, no está exenta a estos cambios, sino al contrario, por su propia naturaleza, los sigue muy de cerca. Sarmiento (2019) afirma:

Las nuevas tendencias internacionales en la coctelería proponen, constantemente, términos y estilos en esta disciplina, tal es el caso de la coctelería conceptual, la coctelería orgánica y la coctelería artesanal; y siguiendo la corriente de las nuevas tendencias, la coctelería peruana goza de una innumerable variedad de insumos autóctonos que pueden enriquecer y posicionar esta actividad.

Estas deliciosas bebidas, que inicialmente eran dedicadas a las mujeres, ahora son consumidas por los varones también, con gran demanda. En lo que va del año las importaciones de crema de licor ascendieron a 885,011.88 millones de dólares (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria [SUNAT], 2019). Así mismo, las empresas productoras locales, han sobresalido por la coctelería artesanal, mediante, la preparación de bebidas alcohólicas con frutas. Muchas se aventuran a nuevos sabores, entre los cuales figuran frutas como el mango, coco, papaya, tamarindo, entre otros. Un coctel que también tiene muchos seguidores es el de algarrobita hecho con pisco y jarabe de algarrobo.

La empresa Industrias y Negocios Piccoli SRL, con nombre comercial Cocktail Piccoli. es una empresa industrial creada en el año 2014 dedicada a la producción de cremas de licor. Actualmente es la única empresa en Lambayeque que los produce de manera semi-industrial. La empresa tiene una sola unidad de negocio y produce una cartera de 6 variedades de cocktail, donde el cocktail de algarrobina representa el 50% de las ganancias anuales. Sus principales clientes son los supermercados Tottus y Cencosud.

La empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L. tomó la decisión incursionar en nuevos distritos de Lima en el corto plazo, aprovechando la oportunidad en la demanda de cocktails según un estudio de mercado contratado por la empresa y realizado en la capital donde se contactaron a

supermercados, autoservicios, licorerías, tiendas por conveniencia y empresas del rubro de hoteles, restaurantes y cafés (HORECAS), donde se concluyó que la demanda en Lima asciende a 6835 botellas 750ml al mes, es decir podría aumentar sus ventas en Lima en un 60%. Para poder competir en este mercado tiene que mejorar su proceso productivo, lograr producir el volumen requerido y así lograr una oferta sostenible y de calidad y reducción de costos operativos, en otras palabras, incrementar su productividad a través de técnicas de ingeniería industrial.

El diagnóstico del sistema productivo permitió identificar la productividad de la empresa podría incrementar, basándonos en una comparación con la empresa Cartavio Rum Company SAC quien produce crema de licor marca Capricho en la ciudad de Trujillo, la cual tiene una productividad de **3933 cajas por trabajador** al año (Cevallos, 2016). En cambio la empresa Industrias y Negocios Piccoli tiene una productividad de **1920 cajas por trabajador** al año, también se detectó problemas de distribución de áreas los cuales provoca movimientos innecesarios, factores que no agregan valor al producto y muy por el contrario aumentan el tiempo de producción. Se pudo determinar también tiempos muertos y cuellos de botella ocultos en las actividades productivas siguientes. Por último, se identificó que la empresa no cuenta con equipos básicos por lo que resulta necesario adoptar nueva tecnología.

Un incremento de la productividad le permitiría a la empresa dar respuesta inmediata a los pedidos de los clientes de manera sostenible durante todo el año de manera competitiva. Esta situación conlleva a la empresa a tomar decisiones de mejorar su proceso de producción para elevar su productividad e incrementar sus beneficios económicos, para lo cual se plantean la siguiente interrogante **¿Cómo el rediseño del proceso productivo de la empresa Industrias y Negocios Piccoli aplicando herramientas Lean afecta su productividad?**

El objetivo general del estudio es realizar el análisis y propuesta de rediseño del proceso productivo de la empresa Industria y Negocios Piccoli S.R.L para demostrar la hipótesis de que este rediseño del proceso productivo de la empresa aplicando herramientas Lean afecta positivamente a su productividad. Para lo cual se plantearon los siguientes objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual de la línea de producción de cocktails de la empresa, Plantear la propuesta de mejora para la línea de producción de cocktails de la empresa Industria y Negocios

Piccoli S.R.L. utilizando las herramienta de Lean y finalmente, Realizar un estudio de costo - beneficio de la mejora.

La presente tesis se desarrolló en 3 capítulos. En el capítulo 1, se desarrolló el marco de referencia para lo cual se consultó libros, artículos científicos, tesis e informes relacionados al tema y sector, con esta información se elaboraron los contenidos teóricos necesarios así como los conceptos claves para este estudio. En el capítulo 2, se desarrolló el planteamiento operacional en el cual se da a conocer cuáles son los aspectos metodológicos que se usaron en la investigación tanto para el diagnóstico como para la propuesta de mejora. En el capítulo 3, se desarrolló el diagnóstico de la situación actual en el cual se presenta la evaluación del proceso en estudio a través de diferentes herramientas de ingeniería y de manufactura esbelta los cuales contribuyeron a identificar los principales puntos de mejora, se desarrolló la propuesta de mejora en la cual se presenta la evaluación causa raíz, el planteamiento de mejoras con las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas y la evaluación económica de productividad.

El proyecto, se justifica en el la empresa necesita mejora del proceso de producción de cocktails en aspectos tales como la optimización de recursos y de costos innecesarios. además, en el plano ambiental del presente estudio trata de detectar tanto los conflictos como las relaciones positivas que se presentarían entre intereses y actividades (impactos ambientales) como resultado de la ejecución del proyecto. Por otro lado, la jornada máxima legal prevista en la Constitución política del Perú es de 8 horas, en el presente estudio se trata de enmarcarse en el ámbito legal. Por último, con esta investigación se pretende, también, aportar con información valiosa a otros estudiantes que deseen desarrollar estudios de herramientas Lean como Value Steam Mapping (VSM), Balance de Líneas.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

Con el paso de los años se han dado una serie de avances favorable para las diferentes industrias, una de las filosofías que busca eliminar los desperdicios en la producción es la llamada “Manufactura esbelta” o Lean Manufacturing, la cual forma parte de un sistema de producción diseñado por Toyota Motor Company, su nombre es Toyota Production System , más conocido como “TPS”. “El objetivo de esta filosofía es producir el producto adecuado en el tiempo adecuado con el costo adecuado para lograr rentabilidad y ser competitivos” (Abdul, 2013).

El diseño de líneas para sistemas de producción es de suma importancia en toda empresa manufacturera debido a que el auge o decadencia económica de las mismas depende del rendimiento de fabricación. La fabricación es una función con valor agregado, la eficiencia de las actividades contribuirá de manera destacada en la rentabilidad económica de la empresa a corto y a largo plazo (Muñoz 2009). El Lean Manufacturing, se considera un método viable y efectivo para alcanzar la eficiencia. A continuación se presentan algunos casos de éxito y estudios en empresas de otros rubros en los cuales la implementación de herramientas de manufactura esbelta mejoró sus procesos.

Serrano (2007) en su tesis doctoral “Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos” evaluó el Value Stream Mapping (VSM) que es una herramientas de manufactura esbelta desarrollada al amparo del modelo de la producción ajustada con el fin de apoyar a las empresas manufactureras en el proceso de rediseño de sus entornos productivos; e identificó que, si bien su nivel de desarrollo teórico y práctico es alto, no se conoce análisis alguno divulgado en el ámbito científico que explore en profundidad su verdadera aplicabilidad en diferentes entornos de producción seriada. Así, el principal propósito de su estudio fue el análisis de la verdadera aplicabilidad de la técnica VSM. La metodología de investigación consistió en el estudio múltiple de casos. Las conclusiones del estudio indicaron que el VSM se muestra como una técnica útil y aplicable, tanto para afrontar diferentes problemáticas logísticas en el ámbito de planta fabril, como adecuada para el rediseño de sistemas productivos en diferentes entornos.

Tal es el caso de la Industria Licorera del Cauca, que con el objetivo de identificar las actividades que no agregan valor, esta compañía que produce aguardiente, en el artículo científico presentado por Castro, Medoza, y Segura (2018), tuvieron como resultado que el V.S.M permitió identificar a fondo cada una de las operaciones que compone el proceso productivo en un solo diagrama y al relacionar la información de la empresa con el proceso de producción, se identificaron oportunidades de mejora en toda la compañía, además permitió estructurar una base de diagnóstico para la implementación de otras herramientas Lean Manufacturing.

Abad (2013) en la tesis de maestría “Proceso de Producción del Licor Pájaro Azul, para Convertirlo en Producto Exportable con Estándares de Calidad” identificó mudas y desorden en el proceso de producción, que la planta no estaba integrada y se perdía tiempo en el traslado de los insumos; se planteó como objetivo la elaboración de un plan de mejora en el proceso de producción del licor Pájaro Azul, para cristalizarlo en un producto exportable con estándares de calidad. Se aplicaron análisis de mudas de producción y 5S dentro del proceso. Gracias a la cooperación de todos los trabajadores, se consiguió capacitarlos en las diferentes áreas para un trabajo ordenado y organizado, los mismos que fueron agrupados de forma que puedan cumplir con un trabajo a ritmo cronometrado; con una secuencia ordenada y lógica de subprocesos; logrando los siguientes resultados: reducción del manejo de materias primas, insumos y suministros, optimización de tiempos, especialización y diversificación de la mano de obra. Con el análisis de mudas de producción, se identificaron los cuellos de botella; se dieron directrices para eliminarlos con la nueva estructuración de la planta; se invirtió en insertar más tecnología con la compra de 2 nuevos equipos. Se apoyó el trabajo con la presentación y aceptación del nuevo bosquejo de la planta de producción, con el propósito de integrar la planta de procesos. Además, se aplicó la Norma INEN 1837, y normas de calidad al licor producido, el mismo que cumplió con la calidad requerida para ser exportado, convirtiéndolo en un proyecto rentable.

Renda (2015) en su tesis de doctorado “Integración de modelos de fabricación mediante simulación con herramientas informáticas y lean manufacturing“ esta tesis tiene por objetivo elaborar una metodología que permita analizar los comportamientos de sistemas productivos con herramientas informáticas de simulación basados en la simulación de eventos discretos integradas con la filosofía lean manufacturing para tener un mecanismo de evaluación para la toma de

decisiones que implique baja inversión y garanticen, con un margen de error mínimo, los resultados ante los diferentes escenarios planteados. La metodología de investigación consistió en la revisión de conceptos y herramientas actuales, que son útiles de manera aislada en la búsqueda de optimización de los procesos. Así mismo, se evaluaron diferentes herramientas informáticas para llegar finalmente a utilizar el software SIMIO, por su facilidad de manejo y capacidad grafica a la hora de hacer visualizaciones y obtener resultados. Con estos principios y a partir de un análisis de muchos ejemplos empíricos de empresas de diversos rubros, se llegó a la definición de una metodología en siete pasos que permite a través de la integración de simulación discreta de eventos y la filosofía lean manufacturing, poder aplicarla de manera general a cualquier sistema productivo con resultados satisfactorios que permiten a los directivos y supervisores de producción tomar las decisiones adecuadas teniendo una parametrización de los resultados a obtener.

Cruz y Burbano (2012), en su tesis de maestría: “Rediseño de un Sistema Productivo Utilizando Herramientas de Lean Manufacturing. Caso de Estudio Sector de Mezclas de Ingredientes para Panadería Industrias XYZ” , después de estudiar en detalle el estado actual del proceso, identificó los desperdicios y las posibles herramientas Lean a utilizar para eliminarlos o reducirlos, considerando las prioridades de la empresa, los recursos disponibles y lo recomendado por la bibliografía revisada. Posteriormente seleccionó las herramientas Lean específicas para el mejoramiento del sistema productivo del caso de estudio donde se definen las actividades y el orden de ejecución específicas para la implementación de las herramientas. De acuerdo a esto, el trabajo propuso planes de implementación de: 5S, Trabajo Estandarizado, TPM, Balanceo de la línea y el diseño de un sistema Pull. Los resultados fueron: reducción de producto en proceso y producto terminado, pasando de 17 días a 6.4 días de inventario; mayor cooperación de los trabajadores e involucramiento en la reducción al máximo de los desperdicios en las operaciones; optimización del recurso humano al redistribuir las funciones con el balanceo de la línea, se reduce de 6 a 4 operadores; seguridad al reducir condiciones de trabajo inseguro, con la nueva distribución de la planta y finalmente se propone un sistema más flexible a la demanda real al cambiar de un sistema push a uno pull. El aporte de esta tesis para la presente investigación es que para asegurar el éxito de implementación del modelo Lean, la metodología debe ser desarrollada y adaptada para su aplicación a nivel operativo, a las circunstancias particulares de la empresa en estudio. La selección de las herramientas depende de los desperdicios que se decidan eliminar en cada caso

particular, de acuerdo a su impacto, las necesidades y los recursos disponibles de cada organización.

De acuerdo con los párrafos anteriores, el Plan Nacional de Diversificación Productiva del Ministerio de la Producción del Perú declara que para reducir la brecha de productividad en el país es necesario emular el traslado de conocimientos y tecnología. El mercado del procesado de leche y nata evoluciona y exige productos originales, alta calidad y precios competitivos. El uso de bombas, válvulas, intercambiadores de calor, material de instalación y equipos de depósito ofrece más flexibilidad para servir a este mercado: incrementan la eficiencia en procesos clave; minimizan los costes energéticos; ahorran valiosos recursos (Ministerio de la Producción [PRODUCE], 2014).

1.2. Base teórica- conceptual

1.2.1. Industria de bebidas alcohólicas

Franson (1996) clasifica a la industria de las bebidas en dos categorías principales: La categoría de las bebidas sin alcohol comprende: la fabricación de jarabes de bebidas refrescantes; el embotellado de agua; embotellado de zumos de frutas; la industria del café; y la industria del té. La categoría de las bebidas alcohólicas incluye los licores destilados, el vino y la cerveza.

El consumo de bebidas alcohólicas ha formado parte de diversas culturas y sociedades a lo largo de la historia, su consumo, se presume, fue desde el año de 7000 a.C., aproximadamente, por su efecto de éxtasis y alucinógeno, fue vinculado con lo divino, existiendo deidades religiosas como Osiris en Egipto o Baco en Roma a los que se veneraba como dadores de alegría, y las delicias mortales. En las civilizaciones de América hay evidencia de bebidas alcohólicas fermentadas precolombinas en base a maíz, llamada “chicha”. De acuerdo a Muñoz (2010), fue Arnaldo de Vilanova, profesor de la Universidad de Montpellier, quien profundizó su estudio y realizó varios experimentos que lo llevaron a la obtención de destilados alcohólicos, es así que éstos se popularizaron en el siglo XV formándose gremios de destilación, y se originaron licores como el coñac, brandy, whisky y el ron (Muñoz, 2010).

En el 2014 el consumo del alcohol puro per cápita en el mundo sobrepasó los 10 litros anuales, siendo Latinoamérica el segundo continente donde se consume más alcohol después de Europa, con 8,4 litros de alcohol puro per cápita por año. Chile lidera entre los países de Latinoamérica, con un consumo anual per cápita de 9,6 litros de alcohol puro, seguido por Argentina con un total de 9,3 litros, Perú ocupa la sexta posición con un consumo anual per cápita de 8,1 litros de alcohol puro (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2014) .

Según Euromonitor International (2015), la venta de bebidas destiladas en Perú, se espera un crecimiento en volumen de ventas de 8 % a precios constantes de 2013 para el período 2013-2018, De acuerdo a un estudio anual de bebidas alcohólicas importadas por CENTRUM (2010), el crecimiento de importaciones ha sido heterogéneo: entre 2006 y 2010, especialmente coñac, brandy y similares, al aumentar en más de 5 veces- La expansión y descentralización de los diversos segmentos socioeconómicos. no solo impulsó la proliferación de más marcas de los diversos tipos de bebidas alcohólicas, sino una mayor competencia en categorías. En lo que respecta a cremas de licor en el 2019 las importaciones ascendieron a 885,011.88 millones de dólares (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria [SUNAT], 2019)

1.2.2. Procesos productivos

Medina, Atencio, Romero y Castro (2002), señalan:

El proceso productivo está referido a la utilización de recursos operacionales que permiten transformar la materia prima en un resultado deseado (producto terminado). El proceso productivo, pues, se caracteriza por la combinación de una serie de complejas actividades y elementos, que comprenden el diseño del producto, ya sea bien o servicio, el diseño de los procesos para la obtención del resultado deseado, la selección del sistema productivo y de la tecnología, la planificación de la capacidad, la ubicación y distribución de las instalaciones. Además, hay que tomar en cuenta factores que contempla la moderna filosofía de gestión estratégica de manufactura como es la cadena de valor, la ingeniería de valor, el sistema de producción Justo a Tiempo (JAT), el aseguramiento de la calidad, entre otros, que permiten la reducción de los costos totales y mejoras para las empresas. La elaboración de un producto requiere el desarrollo de una serie de actividades relacionadas entre sí, que involucra no sólo al área de producción, sino a todas las áreas funcionales de la organización que faciliten llevar a

cabo el proceso y el diseño del producto, al es el caso, de administración, recursos humanos, e inclusive el involucramiento de la dirección general es vital en el desarrollo de la filosofía de mejora continua.

Al respecto, Chase et al., (2000) informan que:

Además del diseño conceptual del producto, es muy importante tomar en cuenta el mercado objetivo (demanda), el nivel deseado de desempeño, los requerimientos de inversión (capital) y el impacto financiero, la selección del sistema. La gerencia del proceso productivo puede utilizar la capacidad para desarrollar la estrategia de enfoque de fábrica a manera de arma competitiva, que permita tener un valor diferencia, a través del análisis de las llamadas cinco P, (personas, plantas, partes, procesos y planeación y control) y tomarlas como variables de decisiones estratégicas y tácticas.

1.2.3. Rediseño productivo

En el mundo empresarial existe una necesidad para readaptar sus sistemas productivos de cara a afrontar los retos de mercado actuales. Por tanto, se hace necesaria la disponibilidad de modelos prácticos que apoyen estos procesos de rediseño. La demanda de dichos modelos está presente tanto del mundo empresarial como del académico. La encuesta realizada por Lean Enterprise Institute (Marchwinski, 2004) hace mención a tal petición por el sector empresarial.

En lo que respecta al ámbito académico, Hunt et al. (2004) señalan el requerimiento de un nuevo currículo en el ámbito productivo que incluya medios para diseñar sistemas productivos avanzados eficientemente. Seth et al. (2005) por su parte, subrayan la necesidad de aplicar nuevas técnicas para el diseño de sistemas productivos más eficientes.

Al abordar cuáles son las principales características que dichos métodos, metodologías o herramientas deben cumplir para ser eficientes en la práctica, Wu (1996), se centra en los aspectos técnicos, mientras que Singh et al. (2006) subrayan la importancia de que dichos modelos de rediseño permitan el trabajo en equipo para dar consistencia y sostenibilidad a las

decisiones. Las propiedades propuestas por dichos autores se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Un lenguaje común de comprensión sencilla que permita que las decisiones sean entendidas por los trabajadores y sean adecuadamente adoptadas por el equipo involucrado en el proceso.
- Eficiencia en su empleo. Los resultados del proceso deben estar acorde con el tiempo y esfuerzo utilizado por el equipo.
- Un interfaz gráfico amigable y estandarizado que facilite el proceso de aplicación
- Un enfoque de análisis cuantitativo. Las decisiones deben estar fundadas en análisis científicos y objetivos de datos, por ello la base será la medición de variables.
- Una vía de resolución de los problemas iniciales y provisión de guías de actuación claras así como conceptos innovadores para mejorar el desempeño operacional del sistema.
- Reflejo de una visión sistémica. El estudio no debe perder la perspectiva global del sistema a analizar y mejorar, de inicio a fin . La optimización de un punto del proceso debe ser evaluado en base al efecto sobre todo el sistema.

A continuación se describen las herramientas más relevantes reflejados en la literatura existente al respecto, las herramientas lean.

1.2.4. Herramientas lean

Rivera, 2008 indica que algunas de las herramientas que más utiliza Lean Manufacturing para la eliminación de los desperdicios son:

- Value Stream Mapping: Es una representación gráfica del flujo del producto desde que llega el pedido hasta que se entrega el producto al cliente. Este diagrama permite identificar los desperdicios a lo largo de todo proceso.
- 5 s: Metodología que mejora el orden y la organización de las áreas de trabajo, de tal forma que se muestra, reduce, elimina y previene los desperdicios.

- **Sistemas de trabajo flexibles:** Consiste en la creación de células de trabajo para la fabricación de productos de características similares (uso de máquinas, partes ,forma, etc). En estas celdas participan operadores multifuncionales lográndose: reducción del inventario en proceso, mayor flexibilidad a la demanda y mejoras de calidad.
- **Trabajo estandarizado:** Consiste en desarrollar y seguir procedimientos operativos estandarizados con el fin de reducir la variabilidad de las operaciones. Es la base del mejoramiento continuo.
- **Jidoka:** Consiste en el uso del diseño de procesos y productos, y la automatización con sentido humano para prevenir errores tanto humanos como de las máquinas. El objetivo es garantizar la calidad del producto y del proceso, reduciendo de esta manera al mínimo los defectos.
- **TPM:** Programación de mantenimiento que busca aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, para así reducir las paradas imprevistas que puedan generar diversos desperdicios.
- **JIT:** Just in time es una filosofía de producción orientada al mercado que se basa en cumplir las necesidades del cliente y cuya premisa principal es: producir los productos que se requieren, en la cantidad adecuada , momento adecuado y con la calidad adecuada. Esto evita ocupar personas y máquinas en la fabricación de productos y en actividades que no agregan valor. Entre los elementos más importantes de esta herramienta se encuentra la implementación de sistemas pull y kanban.
- **Heijunka:** Es una técnica que adapta la producción a la demanda, para esto se busca cumplir con la entrega de los productos al cliente pero produciendo en lotes pequeños.

1.2.5. Herramientas de análisis de procesos,

Heyser y Reder (2014), indica que algunas de las herramientas de análisis de procesos más utilizadas son:

- Diagramas de dispersión: Estos diagramas muestran la relación que hay entre dos medidas. Un ejemplo sería la productividad contra ausentismo, si los dos elementos se relacionan de manera estrecha, los datos puntuales formarán una franja bien delimitada en la gráfica. Cuando se obtiene un patrón aleatorio en la gráfica, quiere decir que los elementos no guardan relación.
- Diagramas de causa y efecto: También es conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado. En este diagrama para un problema cada “espina” representa una fuente posible de error (causas). El administrador de operaciones comienza con cuatro categorías de causas: material, maquinaria y equipo, mano de obra y métodos. Estas cuatro M representan una buena lista de verificación para el análisis inicial. Las causas individuales asociadas con cada categoría se ramifican, a menudo a través de un proceso de lluvia de ideas para encontrar las causas raíz.
- Gráficas de Pareto: Es un método empleado para organizar errores problema, errores defectos, con el propósito de ayudar a enfocar los esfuerzos para encontrar la solución de problemas. Joseph M. Juran popularizó el trabajo de Pareto cuando sugirió que el 80% de los problemas de una organización son resultado de sólo un 20% de causas. Un ejemplo se identifican cinco tipos de quejas en una organización, de los cinco, la vasta mayoría fue de un tipo, el deficiente servicio a la habitación, enfocando esfuerzos en solucionar ese problema, se resolverá el 80% de los problemas de esa empresa.
- Diagramas de flujo: Los diagramas de flujo representan gráficamente un proceso utilizando cuadros, rombos, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia.
- Histogramas: Los histogramas muestran el intervalo de valores de una medida, la frecuencia con que ocurre cada valor y la variación de medidas. Es posible calcular

estadísticas descriptivas, como las desviaciones promedio y estándar, para describir una distribución. Sin embargo, los datos siempre deben graficarse de manera que se pueda visualizarla forma de la distribución para proporcionar ideas sobre la causa de la variación.

1.2.6. Indicadores de desperdicio

En Lean Manufacturing se considera desperdicio o muda toda actividad que absorbe recursos y que no agrega valor al producto, es decir todo por lo que el cliente no está dispuesto a pagar (Allen, Robinson y Stewart., 2001).

Allen, Robinson y Stewart, 2001 señalan que existen diversas fuentes de desperdicio en los sistemas productivos, en general se puede decir que los siguientes 7 desperdicios son los más importantes :

- Defectos: Que el producto o las partes no cumplan las especificaciones.
- Tiempos de espera: Lo que llamamos tiempo de ocio, son personas esperando debido a falta de materiales, equipos o información.
- Movimiento: Desplazamientos o movimientos innecesarios del personal para ejecutar alguna actividad.
- Transporte: Transporte de materias primas, productos en proceso o productos terminados y equipos que no agregan valor al producto.
- Sobre procesamiento: Realizar operaciones que no son necesarias para la producción, o agregarle bondades al producto que el cliente no valora.
- Sobre producción: Fabricar más producto del que demanda el cliente, esto genera inventarios, que es el siguiente tipo de desperdicio.
- Inventario: Exceso de materia prima, material en proceso o producto terminado, que genera desorden.

1.2.7. Productividad (p):

La Productividad es la relación que existe entre la salida (productos terminados ya sea bienes o servicios) y una o más entradas (factores como materia prima, mano de obra o capital). En el

proceso productivo es necesario medir el rendimiento de los factores empleados de los que depende la producción. Esta medida de producción se denomina productividad (p). Puede definirse como el cociente entre la producción obtenida en un periodo dado y la cantidad de recursos utilizados para obtenerla. (Rojas 1996,10).

En resumen, la productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos con que se cuenta para alcanzar los objetivos propuestos.

Existen 3 formas de incrementarla:

- Aumentar el producto y mantener la misma cantidad insumos empleados.
- Reducir el insumo y obtener el mismo producto.
- Aumentar el producto al mismo tiempo que se reduce el insumo.

- Importancia de la medición de la Productividad

La importancia de su medición radica en evaluar si la eficiencia productiva aumenta o disminuye. La medición de la productividad real permite evaluar, vigilar y controlar cambios. La medición prospectiva mira hacia adelante y sirve como un insumo para la toma de decisiones estratégicas. De manera específica, la medición prospectiva permite los beneficios relativos de diferentes combinaciones de insumos, eligiendo insumos y las mezclas de estos que proporcionen el beneficio mayor. Se puede desarrollar medidas (indicadores) de productividad para cada insumo separado o para todos los insumos de manera conjunta. La medición de la productividad para un insumo a la vez recibe el nombre de medición parcial de la productividad (Hansen, 2006).

- Medición de la productividad

La productividad no es una medida de producción o de cantidad, sino de la eficiencia con que se han combinado los recursos para lograr los resultados esperados (Heizer, 2011).

La productividad se representa de la siguiente manera:

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{cantidad\ de\ recursos\ empleados} = \frac{P}{Q}$$

La cantidad de recursos empleados (Q) puede ser la mano de obra, la materia prima, insumos, capital, etc.

$$Productividad\ total = \frac{Producción\ obtenida}{\sum factores\ empleados}$$

La productividad solo constituye una parte de la función productiva, y se hace necesario analizar otros parámetros para controlar la producción, como la eficiencia física y la eficiencia económica. (Rojas, 1996, 11)

1.2.8. Producción

En la industria, el término producción es la cantidad de artículos fabricados en un periodo de tiempo determinado, y se representa de la siguiente manera:

$$Producción = \frac{Tiempo\ base}{Ciclo} = \frac{tb}{c}$$

Tiempo base (tb) puede ser hora, semana, año. Ciclo o velocidad de producción (c) representa el “cuello de botella” de la línea productiva y prácticamente viene a ser la estación de trabajo que más tiempo demora. Se llama también tiempo de ciclo, al tiempo que demora para la salida de un producto. (Rojas, 1996, 10)

1.2.9. Eficiencia

(Hansen, 2006), para que un trabajo sea eficiente debe cumplir dos condiciones: para elaborar el producto se utiliza solo la cantidad necesaria de cualquier insumo y encontradas las mezclas que satisfacen la primera condición, se elige las menos costosas.

A. Eficiencia física (Ef):

Es la razón aritmética entre la cantidad de producto terminado y la cantidad de materia prima, insumos empleados (Rojas, 1996, 11).

$$Eficiencia Física = \frac{Salida \acute{u}til \ de \ Materia \ Prima}{Entrada \acute{u}til \ de \ Materia \ Prima}$$

$$= \frac{Peso \ Producto \ Terminado}{Peso \ Materia \ Prima}$$

En el mundo físico la materia prima como producto terminado es menor que la materia prima de entrada. Por tanto, la eficiencia física es menor o igual que uno. (Rojas, 1996, 11).

B. Eficiencia económica (Ee):

Es la relación entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta.

$$Eficiencia \ Econ\omicron;mica = \frac{Ventas \ (Ingresos)}{Costos \ (Inversiones)}$$

La eficiencia económica debe ser mayor que la unidad para que se pueda obtener beneficios. (Rojas 1996,11)

1.2.10. Costo unitario de producción

Es el costo por cada unidad producida, para su cálculo divide el costo total de fabricación entre el número de productos fabricados, pero si los productos a fabricar son pocos en relación a los que puede fabricar, simplemente porque no tiene suficientes pedidos, pues el costo unitario le saldrá muy alto ya que existen costos fijos. (Valenzuela, 2014).

$$Costo \ Unitario = \frac{Costo \ Total \ de \ Producci\acute{o}n}{Total \ de \ Unidades}$$

1.2.11. Nivel de Servicio.

El nivel de servicio real al cliente debe ser medido por la Gestión de Operaciones y también por Ventas. Ventas hace mediciones directas del nivel de servicio real al cliente, mientras que Gestión de Operaciones mide con data interna del negocio, Estas mediciones pueden hacerse en unidades, utilidades, órdenes de pedido, etc. Por ejemplo (#Unidades vendidas a tiempo y completas/ Total de unidades vendidas) = 95%. Es decir, que de cada 100 clientes que vienen a

comprar, el 95% encuentran en la calidad, momento y cantidad que requieren. El Nivel de Servicio al cliente es un KPI crítico, que se deriva del despliegue de la política en objetivos e indicadores clave de desempeño. El Nivel de Servicio al cliente, por lo general, se expresa en términos porcentuales para cada familia de artículos. Por ejemplo, para una empresa que manufactura hilos, podría definirse: Nivel de servicio objetivo para la familia de hilos de algodón = 97%.

De acuerdo a lo indicado en párrafos anteriores, podemos concluir que el nivel de servicio no solo es la capacidad para satisfacer las necesidades del cliente externo, sino, también del cliente interno, en este caso, podemos decir que el nivel de servicio es la relación entre lo que le solicitan al área de producción y lo que el área de producción puede atender según su capacidad.

1.2.12. Value stream mapping

Para entender qué es el Value Stream Mapping (VPM) o cartografía de la cadena de valor, primero se debe definir qué es una cadena de valor. Rother, M. & Shook J. (1999) definen cadena de valor, en su libro *Learning to See* o *Aprendiendo a ver*, como; “un conjunto de acciones, tanto de valor agregado como las que no agregan valor, que se necesitan para mover un producto a través de los principales flujos de producción”. Si una empresa adopta una perspectiva de cadena de valor significa que quiere mejorar todo el flujo, no solo optimizar las partes.

Un mapa de flujo de valor VSM, es una herramienta cualitativa que se usa mucho en los sistemas esbeltos para eliminar los desperdicios o muda. El mapa de flujo de valor es útil porque crea un “mapa” visual de todos los procesos que intervienen en el flujo de materiales e información desde que la empresa recibe las materias primas hasta que entrega el producto terminado al cliente, así, tienden a ser más amplios en su alcance y muestran mucha más información que un mapa de proceso típico. La creación de una representación del panorama general ayuda a los gerentes a identificar el origen de las actividades que no agregan valor. (Krajewski et al, 2008).

Salazar, B. 2016, coincide en que el flujo de valor VSM (Value Stream Map), es una herramienta utilizada para conocer a profundidad los procesos, tanto dentro de la organización como en la cadena de abastecimiento. El principal objetivo por el que se desarrollan los mapas de

valor consiste en que estos nos permiten identificar ampliamente las actividades que no agregan valor al proceso, del mismo modo permiten conocer el tiempo asociado a dichas actividades.

A. Pasos para elaborar un mapa de valor

Para trazar un mapa de flujo de valor se siguen los pasos ilustrados en la figura.

- *Establecer familias de productos*

Rother, M. &Shook J. (1999) recalcan la necesidad de enfocarse en una familia de productos. No se debe hacer mapas de todo lo que pasa por el taller, sino de los productos con mayor demanda, a menos que se tenga una planta pequeña de un solo producto.

Salazar, B. 2016, (2016) señala que una familia de productos es un grupo de referencias de productos que pasan por las mismas operaciones, pasan por equipos comunes y cuyos tiempos de ciclo no varían mucho. Rother, M. &Shook J. (1999) recomiendan escribir claramente cuál es la familia de productos que se ha seleccionado, cuántas piezas terminadas diferentes hay en cada familia de productos, qué cantidad le suelen pedir los clientes y con qué frecuencia.

- *Diagrama del estado actual*

(Krajewski et al, 2008). El siguiente paso es dibujar un mapa del estado actual de la situación de la producción: los analistas empiezan desde el extremo del cliente y van avanzando para trazar el mapa a mano y registrar los tiempos reales de los procesos para basarse en información obtenida por medio de la observación directa. La información a recopilar incluye: los datos relacionados con cada proceso: tiempo de ciclo (C/T), tiempo de preparación o cambio (C/O), tiempo útil (tiempo de máquinas disponible bajo demanda, expresado como un porcentaje), tamaño de los lotes de producción, número de personas requeridas para operar el proceso, número de variaciones del producto, tamaño del empaque (para trasladar el producto a la siguiente etapa), tiempo de trabajo (menos descansos) y tasa de desperdicio.

Rother, M. &Shook J. (1999) indican que “el mapa se empieza a trazar basándose en el flujo puerta a puerta de la fábrica. Para comenzar a mapear la situación actual se debe de recolectar toda la información del proceso y la mejor forma de hacerlo es conociendo el proceso en el lugar de

trabajo, observando”. Posterior a ello se dibujarán todos los procesos por los que pasan los materiales y la información según la familia de productos que se seleccionó previamente. Para la construcción del mapa se utiliza la siguiente información:

- Lead time (LT): Es el tiempo total desde que se recibe la materia prima hasta que el producto se le a manos del cliente.
- Tiempo de ciclo (TC): Es el tiempo que demora en completar una tarea.
- Tiempo de valor agregado (VA): Es el tiempo que agrega valor al cliente.
- Tiempo que no agrega valor (NVA): Es el tiempo que no agrega valor al cliente, normalmente son desperdicios.
- Takt time (TK): El tiempo takt (ritmo) es un indicador de la frecuencia de compra del cliente. Para muchos expertos se trata de un tiempo objetivo al cual el sistema de producción debe adaptarse para satisfacer las expectativas del cliente. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo takt} = \text{Tiempo disponible} / \text{Demanda}$$

Para ilustrar cómo sería un mapa de estado actual se siguen los siguientes cinco pasos. (Salazar, B. 2016)

- a. La construcción del mapa empieza colocando el símbolo del cliente en la esquina superior derecha del plano. Luego se conecta la demanda del cliente (pronóstico y pedidos reales) con el control de la producción. El flujo de información puede ser manual o electrónica. Acto seguido, se relaciona el control de la producción con los requerimientos enviados al proveedor con las previsiones del material, del mismo modo, el flujo de información puede ser manual o electrónico.

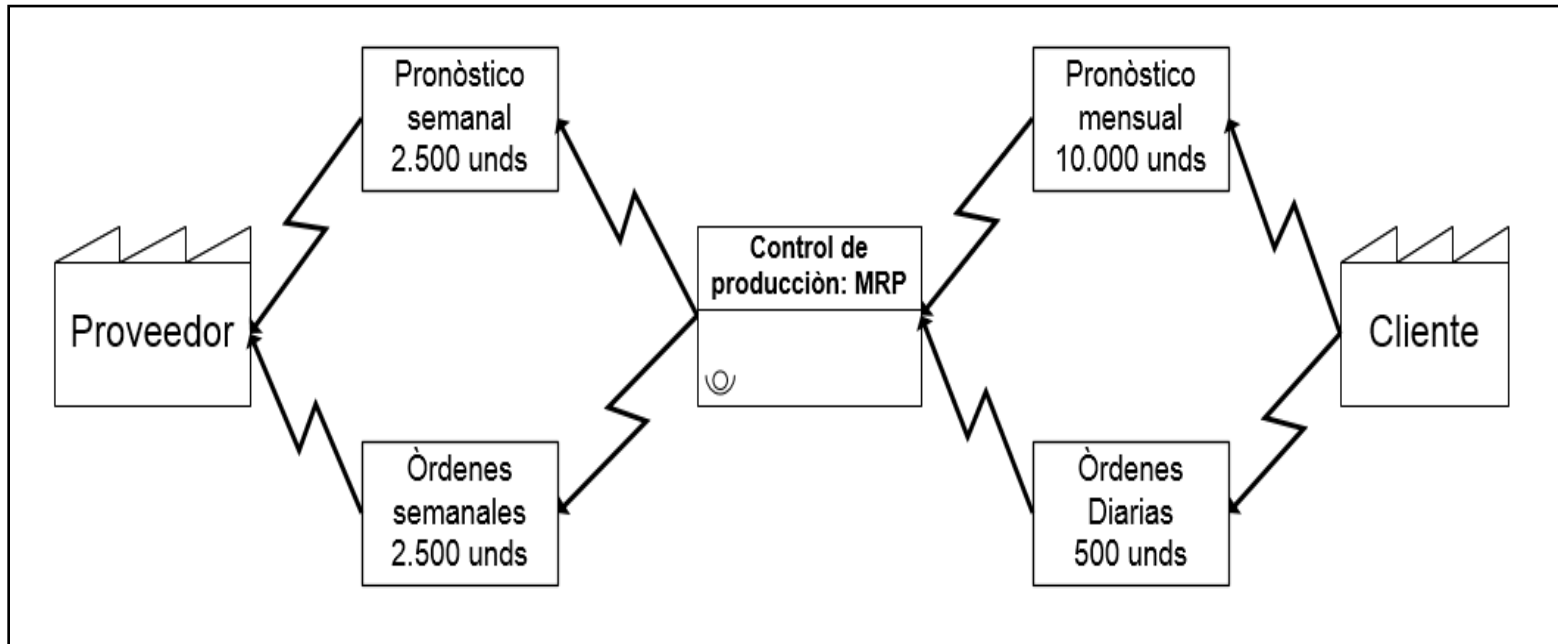


Figura N°1: Según Salazar (2016) el primero paso para trazar un mapa de flujo de valor actual consiste en conectar gráficamente la demanda del cliente, la producción y la información que se envía al proveedor.

b. El paso 2 consiste en representar el transporte desde los proveedores hacia la empresa.

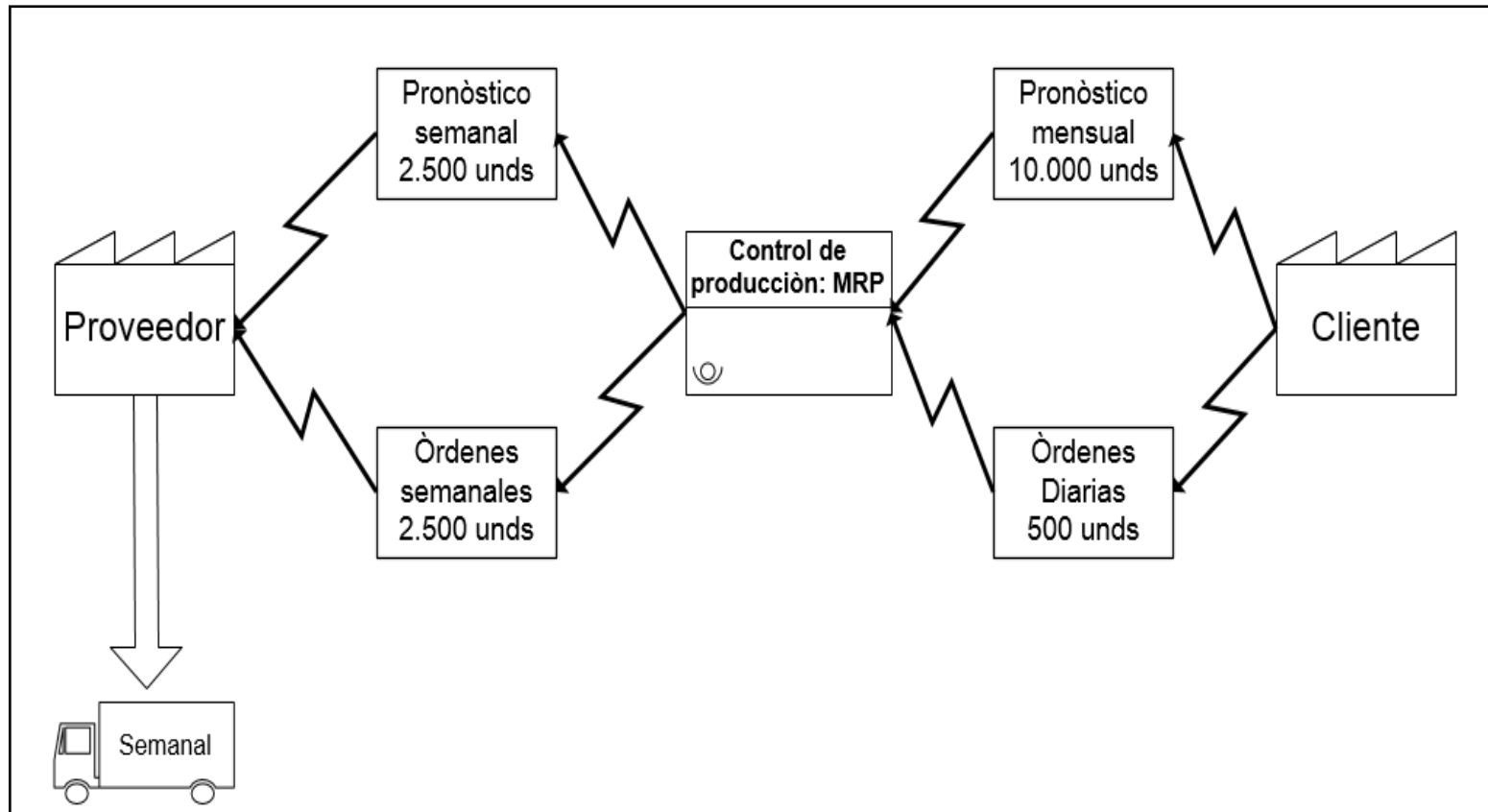


Figura N°2: Según Salazar (2016) el segundo paso para trazar un mapa de flujo de valor actual consiste en representar gráficamente el transporte de las materias primas e insumos, desde el proveedor a la empresa.

- c. En el paso 3 dibujamos la secuencia de las operaciones estableciendo el tiempo de cada operación, el tiempo de cambio de producto, la disponibilidad de los equipos, el tiempo disponible y los inventarios en proceso.

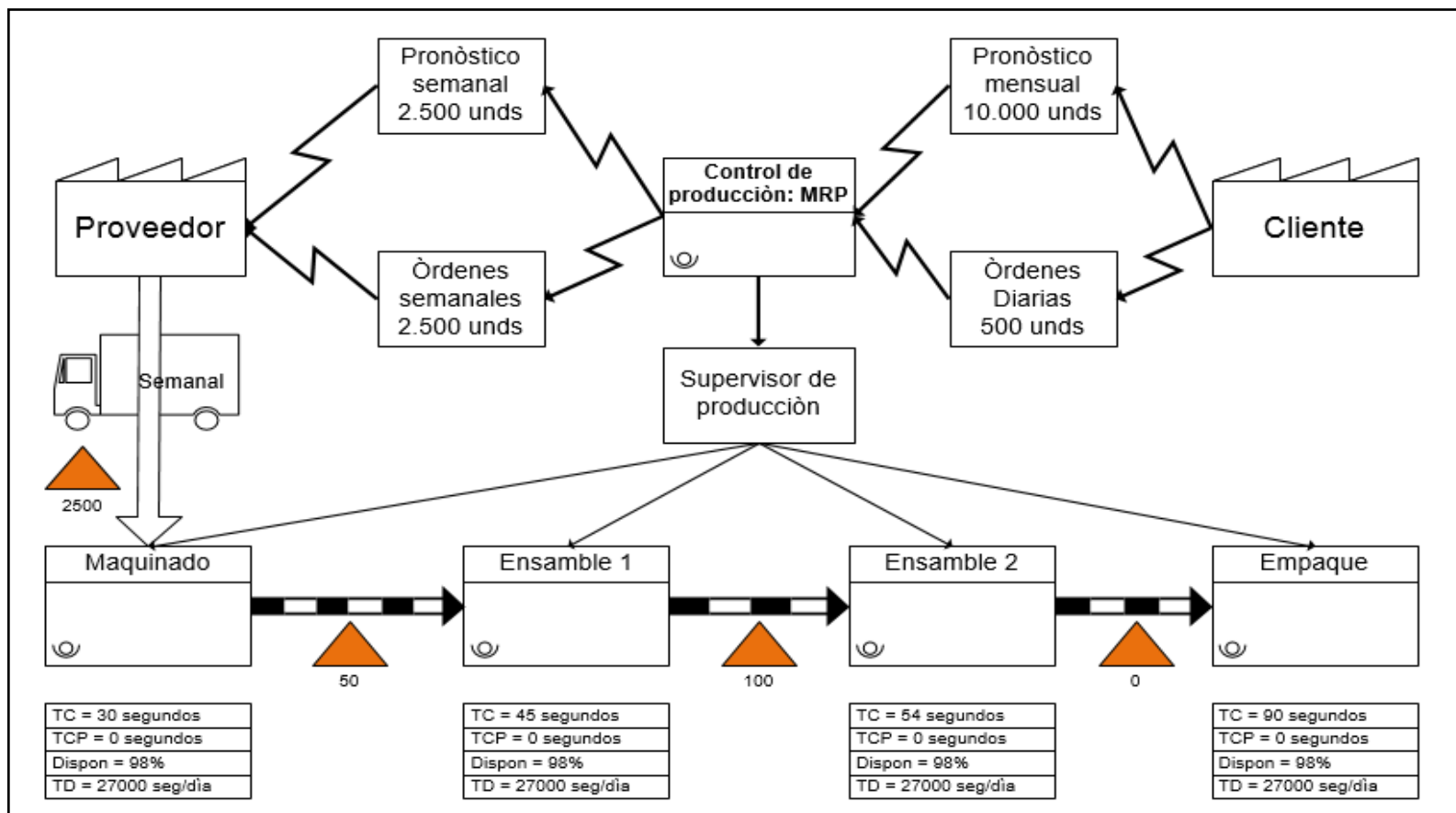


Figura N°3: Según Salazar (2016) el tercer paso para trazar un mapa de flujo de valor actual consiste en representar gráficamente el proceso de producción.

d. En el paso 4 representamos el transporte desde la fábrica hacia los clientes.

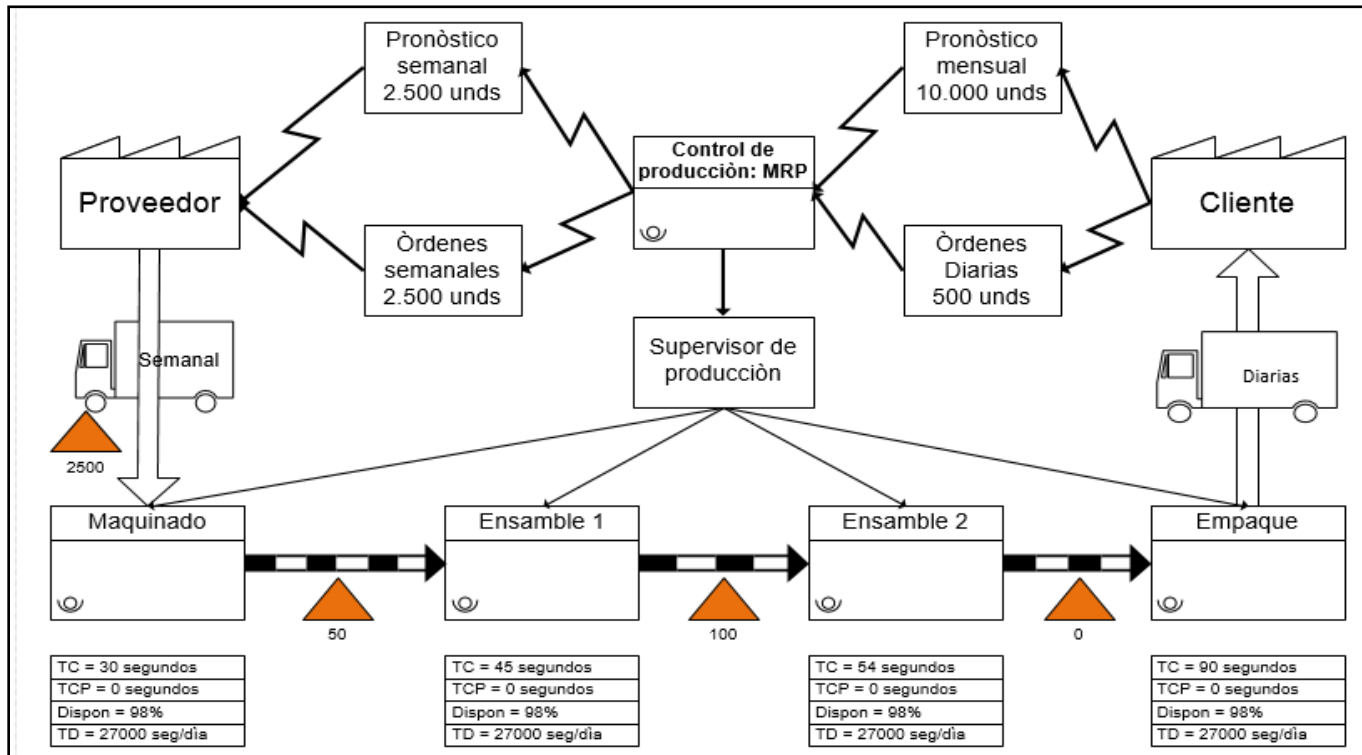


Figura N°4: Según Salazar (2016) el cuarto paso para trazar un mapa de flujo de valor actual consiste en representar gráficamente el transporte del producto terminado de la fábrica al cliente.

e. En el quinto y último paso, representamos mediante una escalera los tiempos de ciclo de cada operación (valor agregado) en la parte de abajo de los escalones; y el tiempo que no agrega valor en los escalones superiores. Los inventarios deben registrarse en función del tiempo y forman parte de lo que no agrega valor en el proceso. Para ello podemos dividir la cantidad de cada inventario entre la cantidad diaria requerida por el cliente.

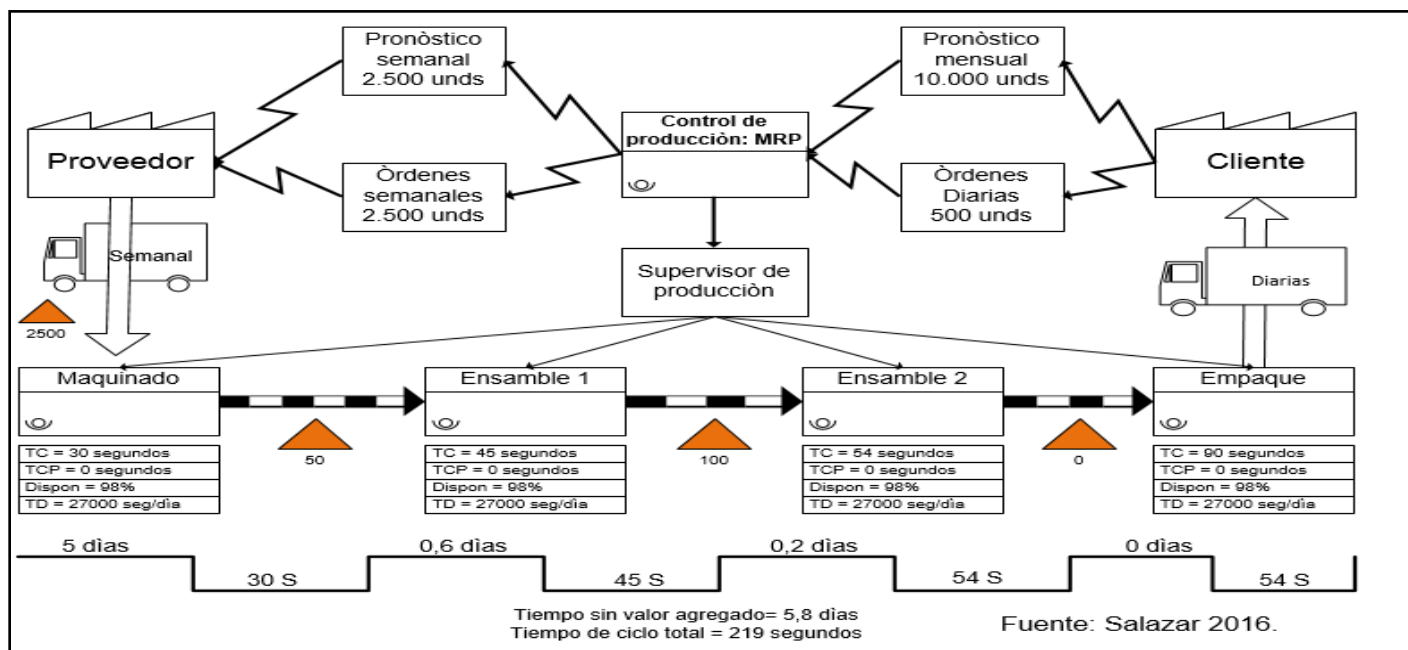


Figura N°5: Según Salazar (2016) el quinto paso para trazar un mapa de flujo de valor actual consiste en representar gráficamente los tiempos de producción.

- *Diagrama del estado futuro*

(Krajewski et al, 2008). Una vez terminado el mapa del estado actual, los analistas pueden usar los principios de los sistemas esbeltos, como el balance de líneas, programación por el método de tirón, tarjetas kanban y otras técnicas relacionadas, para crear un mapa del estado futuro con flujo de producto más optimizado y eficiente. El diagrama del estado futuro resalta las causas de desperdicio y cómo eliminarlas. Las flechas entre el estado actual y futuro funcionan en ambos sentidos, lo que indica que el desarrollo de los estados actual y futuro son esfuerzos que se traslapan.






- *Plan de trabajo e implementación*

(Krajewski et al, 2008). Finalmente, el último paso tiene el propósito de preparar y usar el plan de implementación para lograr el estado futuro. En esta etapa, el mapa del estado futuro se convierte, en esencia, en una guía para la implementación de un sistema esbelto, y se va perfeccionando a medida que la implementación avanza. Cuando el estado futuro se vuelve realidad, se traza un nuevo mapa del estado futuro, denotando así el mejoramiento continuo en el nivel del flujo de valor. A diferencia de la Teoría de Restricciones, que acepta los cuellos de botella que existen en el sistema y luego se esfuerza por maximizar la producción en virtud de ese conjunto de restricciones, con los mapas de flujo de valor hay un esfuerzo por comprender mediante los mapas de los estados actual y futuro cómo pueden modificarse los procesos existentes para eliminar los cuellos de botella y otras actividades que generan desperdicio. La meta es acercar la tasa de producción de todo el proceso a la tasa de demanda deseada del cliente (ajustar al takt time). Los beneficios de aplicar esta herramienta al proceso de eliminación de desperdicio incluyen una reducción en los tiempos de entrega e inventarios de trabajo en proceso, tasas inferiores de reelaboración y desperdicio y costos inferiores de mano de obra indirecta.

B. Simbología Básica

En un mapa de flujo de valor se usa un conjunto estándar de iconos para representar el flujo de materiales, el flujo de información y la información general. (Salazar, B. 2016).

Tabla N^a 1.
Simbología básica para un mapa de valor

Símbolos	Descripción
	Fuentes externas: Este símbolo representa clientes y proveedores.
	Flecha de traslado: Este símbolo representa el traslado de materias primas y producto terminado. De proveedor a planta o de planta a cliente.
	Transporte mediante camión de carga.
	Operación del proceso.
	Casillero de datos con indicadores del proceso.



Flecha de empuje para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante un sistema push.



Flecha de arrastre para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante un sistema pull.



Inventario: De materia prima, producto en proceso, producto terminado.



Información transmitida de forma electrónica.



Relámpago Kaizen: Este símbolo representa los puntos dónde deben realizarse eventos de mejora enfocados en implementar la herramienta de Lean Manufacturing expresada.



Línea de tiempo: Muestra los tiempos de ciclo de las actividades que agregan valor, y los tiempos de las actividades que no agregan valor.

Fuente: Salazar (2016)

1.2.13. Trabajo estandarizado

Las operaciones estándar son el mejor método para realizar una operación, el cual se debe considerar una norma - regla que los operadores deben respetar, ya que si cada persona o cada turno trabajara de diferentes formas posiblemente se presenten las siguientes problemáticas: (López et al, 2011):

- Se producen diferentes errores por cada uno de los operarios.
 - Se dificulta conocer la causa de las fallas de la operación.
 - La mejora de la operación se hace problemática dado que cada uno realiza la operación de forma diferente, entonces lo que es bueno para uno, puede no ser tan bueno para el resto.
 - Se dificulta la capacitación y el entrenamiento ya que los trabajadores no manejan los mismos términos.
 - Se generan retrasos entre operaciones que se reflejan en el nivel de servicio interno.
-
- Elementos de la operación estándar.

López et al, 2011, señala 3 elementos a tener en cuenta para definir la operación estándar:

- a) Carga de trabajo (tiempo de la operación). La hoja de operación estándar señala la carga de trabajo que el supervisor quiere asignar a cada uno de los operarios. El supervisor, o quien esté a cargo de la estandarización, debe definir el tiempo objetivo de cada operación unitaria, de acuerdo con el desempeño de un operador promedio. Ya teniendo un tiempo para cada operación unitaria, deberá distribuir la carga de trabajo entre todos los operarios, en base al takt time (balanceo de líneas).

- b) Secuencia de operación. El supervisor debe clarificar la secuencia de operación y la ruta de desplazamientos, por ejemplo, la secuencia de ensamble de las partes de un equipo o la secuencia de preparación de un alimento procesado.
 - c) Puntos críticos. El tercer elemento de la operación estándar son los puntos críticos. Con ellos se consigue la calidad, facilidad y seguridad en la operación. Para poder identificarlos se debe utilizar el ingenio y la intuición. Es importante clarificar los puntos críticos de la operación, para después entrenar a los operadores y hacer que las respeten, y así poder tener el mismo nivel de habilidad.
- Forma para establecer la operación estándar.

Es muy importante establecer la operación estándar y capacitar a los trabajadores para que la respeten, sin embargo, hay operaciones que no son fáciles de establecer debido a sus características, por lo que es importante estandarizarlas buscando la forma más adecuada para su área de trabajo según el tipo de empresa u organización. Quesada, M. & Villa. W. (2007) sugiere que para establecer la carga de trabajo se utilice la técnica del uso del cronómetro siguiendo el método que se detalla a continuación:

1. Seleccionar al operario y explicar el objetivo del estudio: El operario deberá ser un trabajador calificado, que posea la necesaria aptitud física y mental para ejecutar el trabajo.
2. Obtener y registrar toda la información: Todas las operaciones que intervienen en la elaboración del producto o pieza (Diagrama del proceso).
3. Identificar el estudio: Número del estudio, número de la hoja, fecha del estudio, nombre del analista, nombre de quién aprueba el estudio.
4. Información del proceso (producto a elaborar): Departamento o lugar donde se hace la operación o actividad.
5. Descomposición de la tarea en elementos: Se desglosa la tarea en elementos y a cada elemento se va a determinar su tiempo estándar.

6. Cronometrar cada proceso: Una vez delimitados los elementos, se realiza el cronometraje. Al final de cada elemento se anota el tiempo que marca el cronómetro y los tiempos de cada elemento.

7. Calcular el tamaño de la muestra o el número de observaciones: Con estos métodos estadísticos se requiere determinar un tamaño de muestra preliminar (n) y luego aplicar la siguiente fórmula para un nivel de confianza del 95% y un margen de precisión del 5%.

$$n = \left(\frac{st}{kX} \right)^2$$

También se puede calcular el tamaño de la muestra (paso 7), tomando en cuenta la información del Time Study Manual de los Erie Works de General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw, gerente de administración de salarios, la cual nos muestra una Tabla N° 4 en la que determina el número de ciclos de observación, según el tiempo de ciclo observado preliminarmente en el proyecto de esta investigación.

Tabla N° 2

Número recomendado de ciclos de operación

Tiempo de Ciclo (minutos)	Número Recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 - 5,00	15
5,00 - 10,00	10
10,00 - 20,00	8
20,00 - 40,00	5
40,00 - a más	3

Fuente: Niebel, B. & Freivalds, A. (2014)

8. Cronometrar hasta tener el número de observaciones obtenidas con la fórmula: Se debe tener un registro de tiempos cronometrados.

9. Conversión y cálculo básico del tiempo promedio para cada elemento: En la hoja de resumen se procede a sumar todos los tiempos básicos calculados para un mismo elemento y se divide dicho total por el número de veces cronometradas.

10. Aplicar factor suplementario (FS) o tolerancia: Se aplican las tolerancias por necesidades personales, fatiga y por retrasos inevitables.

La Organización Internacional del Trabajo- OIT, quien publica la tabla de tolerancia típica a considerar según sea el caso. Estas son: Necesidades personales 5%, Fatiga 4% e Improvistos 3%.

Para obtener las tolerancias, también, se puede utilizar el método de tolerancia constante sumada al tiempo normal, según Meyers, F., & Stephens, M (2006) ,ya que es una de las técnicas más utilizadas en la industria (tabla1).

Tabla N°3.

Tolerancias para tiempo estándar

Actividad	Tiempo (min)
Descanso (desayuno)	20
Descanso (comida)	30
Tiempo personal	10
Total	60

Según Meyers, F., & Stephens, M (2006) el escanso (desayuno) son 20 min, descanso (comida) son 30 min y el Tiempo personal son 10 min, en total 60 min.

- Jornada laboral = 9.6 horas = 576 minutos
- Tiempo no trabajado = 60 minutos

$$- \text{Tolerancia} = \frac{60}{576-60} * 100 = 11.62\% = 12\%$$

11. Calcular factor de calificación (FC) o valor de la actuación: Se puede obtener usando el Sistema Westinghouse. Este sistema utiliza una constante de 1 sumándosele las diferentes calificaciones.

El factor de calificación considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: la **habilidad** como la destreza para seguir el modelo, el **esfuerzo** como una demostración de la voluntad de trabajar de manera eficaz, las **condiciones** que afectan al operario como la temperatura, la velocidad, la luz y el ruido, la **consistencia** referente a los valores de tiempos elementales y se repiten de manera constante.

12. Cálculo del tiempo estándar: Se calcula utilizando la siguiente fórmula
 Tiempo estándar = Tiempo normal * Valor de la actuación * % tolerancias.

Por otro lado la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sugiere para el cálculo básico del tiempo promedio para cada elemento (paso 9), el cual representa el tiempo normal que demora un operario común trabajando a ritmo cómodo en producir una unidad, usar la siguiente fórmula:

$$TN = TCP * FC$$

TN= Tiempo Normal

TCP= Tiempo de Ciclo Promedio

Fc= Factor de Calificación

Así mismo la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sugiere para el cálculo del tiempo estándar la siguiente fórmula.

$$TE = TN * (1/1-FS)$$

1.2.14. Balance de líneas de producción

Es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción. El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso. Establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas (Salazar, B. 2016).

La producción en línea es una disposición de área de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten la actividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el final de su elaboración a lo largo de un camino razonadamente directo (Chese,2009).

Con una estrategia de flujo de línea es posible reducir la frecuencia de las operaciones de preparación. Cuando los volúmenes de determinados productos son suficientemente grandes, diversos grupos de máquinas y trabajadores pueden organizarse de acuerdo con un plan de distribución por productos, a fin de suprimir de manera radical algunas operaciones de preparación. Si el volumen no es suficiente para mantener una línea de productos similares entre sí, se puede aplicar la tecnología de grupo para diseñar pequeñas líneas de producción, que fabriquen , en volumen, varias familias de componentes que posean algunos atributos en común. De esta manera serán mínimos los cambios necesarios para de un componente de una familia de productos al siguiente componente de la misma familia. Otra táctica que se utiliza para eliminar las operaciones de preparación es el enfoque de un trabajador, múltiples máquinas, que es esencialmente una línea de una persona. Un trabajador opera varias máquinas, cada una de las cuales realiza el proceso, avanzando paso a paso. Puesto que el

mismo producto se elabora de manera repetitiva, las operaciones de preparación se eliminan (Krajewski et a, 2000).

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica (Garía, 2005).

- Cantidad: El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tenga la tarea.
- Equilibrio: los tiempos necesarios para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales.
- Continuidad: Una vez iniciadas las líneas de producción deben continuar pues la detención en un punto corta la alimentación del resto de las operaciones. Esto significa que deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, sub ensamblés, etc., así como la falla de sus equipos.

Los autores Suñé, Arcusa y Gil (2004), señalan que el aspecto más interesante en el diseño de una línea de producción o montaje consiste en repartir las tareas de modo que los recursos productivos estén utilizados de la forma más ajustada posible, a lo largo de todo el proceso. El problema del equilibrado de líneas de producción consiste en subdividir todo el proceso en estaciones de producción o puestos de trabajo donde se realizarán un conjunto de tareas, de modo que la carga de trabajo de cada puesto se encuentre lo más ajustada y equilibrada posible a un tiempo de ciclo. Se dirá que una cadena está bien equilibrada cuando no hay tiempos de espera entre una estación y otra. Los pasos para iniciar el estudio de equilibrado o balanceo de líneas es el mismo que en cualquier otro tipo de proceso productivo que consiste en:

- Definir e identificar las tareas que componen al proceso productivo.
- Tiempo necesario para desarrollar cada tarea.
- Los recursos necesarios.
- El orden lógico de ejecución.

Así mismo, el autor Meyers (2000), señala que los propósitos de la técnica de balanceo de líneas de ensamble son las siguientes:

- Igualar la carga de trabajo entre los ensambladores.
- Identificar la operación cuello de botella.
- Determinar el número de estaciones de trabajo.
- Reducir el costo de producción.
- Establecer el tiempo estándar.

Además, los autores García, Alarcón y Albarracín (2004), dicen que el balanceo de líneas se hace para que en cada estación de trabajo exista el mismo tiempo de ciclo, es decir, el producto fluya de una estación a otra cada vez que se cumple el tiempo de ciclo por lo que no se acumula. Todas las estaciones deben pasar el trabajo realizado a la siguiente estación de trabajo cada vez que se cumple el tiempo de ciclo, por lo tanto, no hay cuellos de botella porque todas las estaciones tardan lo mismo.

➤ Pasos para el balance de líneas:

El método utilizado para balancear una línea de producción según López et al, 2011:

- A. Cronometrar actividades y obtener el tiempo promedio para cada operación.
- B. Aplicar fórmula para determinar el tamaño de muestra.
- C. Calcular el Takt Time (Ritmo al cuál un producto debe ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente).

- D. Obtener el promedio entre el tiempo más alto y el tiempo más bajo de cada operación.
- E. Graficar promedios y takt time.
- F. Ajustar (unificar o separar) todas las operaciones necesarias del proceso en base al tiempo del takt time.

$$a. \textit{Takt time} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Demanda del cliente}}$$

- G. Obtener el tiempo estandar de cada operación.
- H. Graficar tiempo estandar y takt time.
- I. Una vez balanceada la línea, se calcula la productividad del “antes” y el “despues”, para determinar en qué porcentaje aumentó la productividad.

$$J. \textit{Productividad} = \frac{\text{Salidas (unidades)}}{(\text{Número de personas} \cdot \text{Jornada})}$$

1.2.15. Ingeniería de métodos

Según García (1998) es el conjunto de procedimientos sistemáticos de las operaciones actuales para introducir mejoras que permitan que el trabajo sea hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida. La ingeniería de métodos incluye crear, diseñar y seleccionar los mejores métodos, herramientas, procedimientos, equipo y habilidades de manufactura para fabricar un producto basado en los diseños desarrollados en la sección de ingeniería de producción.

Una vez establecido el método completo, hay que determinar el tiempo estándar requerido para fabricar un producto, cumplir con las normas o estándares predeterminados, y que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento. El objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento de las utilidades de la empresa, analizando: Elementos que analiza la ingeniería de métodos Las materias, materiales, herramientas, productos de consumo.

El espacio, superficies cubiertas, depósitos, almacenes, instalaciones El tiempo de ejecución y preparación. La energía tanto humana como física mediante una utilización racional de todos los medios disponibles.

- Diagrama Bimanual

Luego de la selección de la actividad a estudiar, corresponde el registro del análisis cuantitativo de las actividades en cuanto al número de operaciones realizadas en la ejecución del trabajo. Para ello, es importante la elaboración de diagramas que permitan observar de manera detallada y clara a través de símbolos que reemplacen las redacciones largas y tediosas. La OIT clasifica esos diagramas en tres categorías, siendo la de mayor análisis la de movimientos realizados por los operarios. Estos son registrados en un diagrama bimanual que grafica a través de símbolos los movimientos realizados por el operario (Miguel et al, 2017).

1.2.16. Técnica de interrogatorio sistemático (TIS)

Según menciona George Kanawaty en su obra, Introducción al estudio del trabajo, el estudio de métodos atraviesa 8 etapas. Una de ellas es: Examinar. Usamos la técnica de Interrogatorio Sistemático (TIS) cuando ya hemos registrado la información de un proceso a, pues ahora es necesario evaluar esa información para encontrar mejoras formas de realizar el proceso. La Técnica de Interrogatorio Sistemático es un análisis crítico del trabajo, sometiendo cada actividad a una lista prescrita de preguntas con el fin de mejorarlo.

- Primera Etapa: Preguntas preliminares

Antes de mejorar un trabajo, necesitamos entender todos los movimientos que se hacen en el proceso de fabricar un producto.

- Propósito ¿Qué se hace en realidad?

- Lugar ¿Dónde se hace?
- Secuencia ¿Cuándo lo hace?
- Persona ¿Quién lo hace?
- Medios ¿Cómo lo hace?

- Segunda Etapa: Preguntas de fondo

Se empieza a poner en tela de juicio cada actividad, buscando justificar cada respuesta de la primera etapa.

- Propósito ¿Qué se hace en realidad? / ¿Qué se logra? / ¿Por qué hay que hacerlo? / ¿Qué sucedería de no hacerlo?
- Lugar ¿Dónde se hace? / ¿Por qué se hace allí? / ¿Qué desventajas trae hacerlo allí?
- Secuencia ¿Cuándo lo hace? / ¿Por qué se en ese momento? / ¿Qué desventajas trae hacerlo en ese momento?
- Persona ¿Quién lo hace? ¿Por qué lo hace?
- Medios ¿Cómo lo hace? ¿Qué equipo y qué método emplea? ¿Por qué lo hace de esa forma? ¿Cuáles son las desventajas del equipo y el método?

- Tercera Etapa: Profundizar en las respuestas

Profundizar en las respuestas obtenidas a través de otras preguntas complementarias, llevándonos a la propuesta de una mejora.

- Propósito ¿Qué se hace en realidad? / ¿Qué se logra? / ¿Por qué hay que hacerlo? / ¿Qué sucedería de no hacerlo? ¿Qué otra cosa podría hacerse? ¿Qué debería hacerse?

- Lugar ¿Dónde se hace? / ¿Por qué se hace allí? / ¿Qué desventajas trae hacerlo allí? ¿En qué otro lugar se podría hacer? ventajas ¿Dónde debería hacerse?
- Secuencia ¿Cuándo lo hace? / ¿Por qué se en ese momento? / ¿Qué desventajas trae hacerlo en ese momento? ¿En que otro momento puede hacerse? /Ventajas de hacerse antes o después ¿Cuándo debería hacerse?
- Persona ¿Quién lo hace? ¿Por qué lo hace? ¿Qué otra persona podría hacerlo? Menciona a 2 ¿Quién debería hacerlo?
- Medios ¿Cómo lo hace? ¿Qué equipo y qué método emplea? ¿Por qué lo hace de esa forma? ¿Cuáles son las desventajas del equipo y el método? ¿De qué otro modo puede hacerse? Ventajas ¿Cómo debería hacerse?

Posteriormente se hace un análisis de la factibilidad económica de la propuesta de mejora.

1.2.17. Sistema de cocción

La marmita es un recipiente metálico para la cocción de alimentos a nivel comercial y semi-industrial, que a diferencia de otros recipientes cuenta con una doble pared o “chaqueta” por donde se hace circular un flujo térmico (generalmente vapor de agua) el cual junto a una caldera de agua permite la migración de sistemas de calentamiento centralizado (cocción tradicional en ollas o peroles) hacia sistemas descentralizados donde el calor puede distribuirse por todo el equipo y calentar de forma descentralizada el producto a una temperatura controlada (Manrique V., 2015).



Figura 6 : Según Manrique (2015) con una marmita el calor puede distribuirse por todo el equipo reduciendo el tiempo de cocción.

Se genera vapor en una caldera, y se transporta a través de tuberías directamente al proceso. Y gracias a la chaqueta se puede distribuir el calor en todos los niveles de la marmita de manera uniforme. El agua que se condensa al interior de la marmita se evacúa y retorna a la caldera por bombeo, para volver a generar vapor.

Las ventajas .

- Se mejora la productividad del proceso porque se garantiza una disponibilidad más rápida de calor. En un sistema centralizado ocurren tiempos muertos para la cocción.
- Se puede controlar el calor a través de un tablero de control y mando, el caldero incluye un termostato de fácil graduación para el control de la temperatura de trabajo y flow switch para impedir que arranque el quemador si no hay flujo de agua.

1.2.18. Sistemas de refrigeración

El término *sistema de refrigeración industrial* se aplica a los sistemas que eliminan el exceso de calor de cualquier medio a través de un intercambio térmico con agua o aire, a fin de reducir la temperatura de dicho medio a niveles próximos al ambiente (Canales, C. 2005).

La refrigeración es una parte esencial de muchos procesos industriales y que debe considerarse un elemento fundamental del sistema global de gestión energética. En los sistemas industriales es muy importante utilizar la energía de forma eficiente, tanto desde el punto de vista medio ambiental, como de rentabilidad.

- Sistemas de refrigeración utilizados:

Los sistemas de refrigeración se basan en principios termodinámicos y están diseñados para promover el intercambio de calor entre el proceso y el refrigerante y para facilitar la liberación del calor al medioambiente. Los sistemas de refrigeración industrial pueden clasificarse en función a su diseño y sus principios básicos de funcionamiento: agua o aire o una combinación de ambos,

El intercambio calorífico entre el medio de proceso y el refrigerante se intensifica a través de intercambiadores, donde el refrigerante descarga su calor al ambiente. En los sistemas abiertos el refrigerante está en contacto con el ambiente, cosa que no ocurre en los sistemas cerrados, donde el refrigerante o el medio de proceso circulan por los tubos o serpentines.

Los sistemas sin recirculación suelen utilizarse en instalaciones de gran capacidad que disponen de un suministro suficiente de agua para la refrigeración y que están situadas junto a una masa de aguas superficiales que sirven como un medio receptor de los vertidos. Cuando

no se dispone de un suministro de agua fiable se utilizan sistemas con recirculación (torres de refrigeración).

En las torres de recirculación abiertas, el agua refrigerante se enfría por contacto con una corriente de aire. Estas torres están equipadas con dispositivos que aumentan la superficie de contacto de agua y aire. La corriente de aire puede crearse por tiro natural o por tiro mecánico, utilizando ventiladores. Las instalaciones de pequeña o mediana capacidad utilizan mucho las torres de tiro mecánico, mientras que las instalaciones de gran capacidad (como las industrias eléctricas) utilizan principalmente las torres de tiro natural.

En los sistemas circuito cerrado, los tubos por los que circula el refrigerante tiene su propio sistema de refrigeración, con el que enfría la sustancia que contienen. En los sistemas de proceso húmedo, la corriente de aire enfría por evaporación los tubos rociados con agua. Los sistemas de proceso seco solo utilizan la corriente de aire. En ambos casos los tubos pueden ir provistos de aletas, que amplían la superficie de refrigeración y, por lo tanto el efecto refrigerante. Los procesos húmedos de circuito cerrado se utilizan mucho en la industria para las instalaciones de menor capacidad.

Los sistemas de refrigeración híbridos, abiertos o cerrados son torres mecánicas de diseño especial que pueden utilizar la vía seca o húmeda para reducir la formación de penachos visibles. Con la opción de que los sistemas funcionen por la vía seca durante los periodos de baja temperatura ambiental, puede reducirse además el consumo de agua.

Tabla N° 4

Características técnicas y termodinámicas de los sistemas de refrigeración

Sistema de refrigeración	Medio refrigerante	Principio básico de refrigeración	Aproximación mínima (k)	Temperatura mínima alcanzable (°C)	Capacidad del proceso industrial (MW)
Sistema abierto sin recirculación, directo.	Agua	Conducción/ convección	3 - 5	18 - 20	<0.01 - >2.00
Sistema abierto sin recirculación, indirecto.	Agua	Conducción/ convección	6 - 10	21 - 25	<0.01 - >1.000
Sistema abierto con recirculación, directo.	Agua Aire	Evaporación	6 - 10	27- 31	<0.1 - >2.000
Sistema abierto con recirculación, indirecto.	Agua Aire	Evaporación	9 - 15	30- 36	<0.1 - >200
Sistema húmedo de circuito cerrado.	Agua Aire	Evaporación + convección	7 - 14	28 - 35	0.2 - 10
Sistema de aire seco de circuito cerrado.	Aire	Convección	10 - 15	40 - 45	<0.1 - 100
Sistema abierto híbrido	Agua Aire	Evaporación + convección	7 - 14	28 - 35	0.15 - 2, 5 6
Sistema abierto cerrado	Agua Aire	Evaporación + convección	7 - 14	28 - 35	0.15 - 2, 5 6

Fuente: Canales, C. 2005

En la tabla se especifican las características de los sistemas de refrigeración utilizados en una determinada situación climática. La temperatura final del medio de proceso depende de la temperatura del refrigerante y del diseño del sistema de refrigeración. El agua tiene mayor capacidad técnica específica que el aire, y por lo tanto, es el mejor refrigerante. La temperatura del agua y del aire se utilizan como medios refrigerantes depende de las temperaturas locales bulbo húmedo y seco. Cuanto más elevadas sean estas, más difícil será conseguir que el proceso alcance una temperatura baja,

La temperatura final se obtiene sumando la temperatura ambiente mínima (del refrigerante) y la diferencia mínima necesaria entre la temperatura del refrigerante (que entra al sistema de refrigeración) y la temperatura del medio del proceso después del intercambio (que sale del sistema), lo cual recibe también el nombre de “aproximación (térmica)”. Desde el punto de vista técnico, la aproximación puede ser muy pequeña por el diseño, pero el coste es inversamente proporcional a la capacidad. Cuanto menor es la aproximación, menor puede

ser la temperatura final. Cada intercambio tiene su propia aproximación y, cuando se instalan intercambiadores adicionales, se suman todas las aproximaciones a la temperatura del refrigerante (que entra al sistema) para obtener la temperatura final.

Para reducir los grandes consumos de agua que necesitan los sistemas sin recirculación, es necesario cambiar a sistemas recirculantes. De este modo se reducen también los grandes vertidos de agua caliente y las emisiones de productos químicos y residuos.

1.2.19. Método guerchet

Según Cuatrecasas (2009), “Una vez determinada la cantidad de equipos productivos necesarios para cada puesto de trabajo, vamos a evaluar la superficie que se precisa para los mismos y la planta de producción completa” (p.47)

Según (Díaz, Jarufe y Noriega, 2007, p.287), define que este método calculará los espacios requeridos para establecer una planta, para ello se necesita conocer el número total de maquinaria o equipo y el número total de trabajadores. Para cada elemento a distribuir, el área total requerida se halla por la suma de tres superficies parciales:

$$S_T = n (S_s + S_g + S_e)$$

Dónde:

S_T = superficie total; **S_s** = superficie estática; **S_g** = superficie de gravitación; **S_e** = superficie de evolución; **n** = número de elementos móviles o estáticos de un tipo

Superficie estática (S_s): Es el área de terreno que ocupa físicamente los muebles, maquinaria y equipos. Esta área debe ser calculada dependiendo la posición de uso de la máquina o equipo en el cual debemos incluir sus palancas, tableros, pedales y todos los objetos que son necesario para su uso.

$$S_s = \text{largo} \times \text{ancho}$$

Superficie de gravitación (Sg): Es la superficie utilizada por los trabajadores y por el material que se está procesando en el puesto de trabajo. Se obtiene esta superficie, multiplicando la superficie estática (Ss) por el número de lados (N) por donde el mueble o máquina se puede utilizar.

$$S_g = S_s \times N$$

Superficie de evolución (Se): Es el espacio que se reserva entre los puestos de trabajo para el desplazamiento del personal, del equipo y de los medios de transporte. Se calcula sumando la superficie estática (Ss) más la superficie gravitacional por un coeficiente k. Este coeficiente varía en función de la proporción entre la altura medio de los elementos móviles y el doble de la altura medio de los elementos estáticos.

$$k = \frac{h_{EM}}{2 \times h_{EE}} \quad \text{Donde:} \quad h_{EM} = \frac{\sum(S_s \times n \times h)}{\sum(S_s \times n)}$$

$$h_{EE} = \frac{\sum(S_s \times n \times h)}{\sum(S_s \times n)}$$

k: coeficiente de evolución.

Ss: superficie estática del elemento móvil o estático.

hEE: altura medio de elementos estáticos.

hEM: altura medio de elementos móviles.

n: número de elementos móviles o estáticos.

Por lo tanto, la superficie de evolución vendrá determinada por:

$$S_e = (S_s + S_g) k$$

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño metodológico

2.1.1. Tipo de estudio y diseño de contrastación de la hipótesis

A continuación se presentará el diseño experimental que se utiliza en este estudio, basado en la tipología de Hernández, R. , Fernández, C. & Baptista, P. (2006), se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos-consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador. Se aplicará la simbología que generalmente se emplea en los textos sobre experimentos

R: Asignación al azar o aleatoria. Cuando aparece quiere decir que los sujetos han sido asignados a un grupo de manera aleatoria.

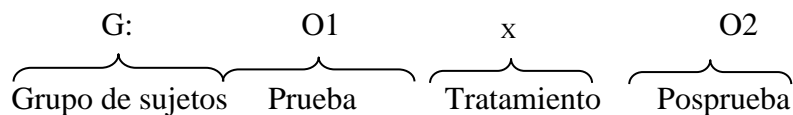
G: Grupo de sujetos (G1, grupo 1; G2, grupo 2; etcétera)

X: Tratamiento, estímulo o condición experimental (presencia de algún nivel o modalidad de la variable independiente).

O: Medición de los sujetos de un grupo (prueba, cuestión, observación, etc.). Si aparece antes de estímulo, se trata de una prueba (previa al tratamiento). Si aparece después del estímulo se trata de una posprueba (posterior al tratamiento)

_ Ausencia de estímulo (nivel “cero” en la variable independiente). Indica que se trata de un grupo de control o testigo.

- Diseño de prueba- posprueba con un solo grupo.



Dónde:

G: Grupo de Sujetos: Indicadores de productividad.

O1: Prueba “antes de”: Indicadores de productividad antes de Lean Manufacturing.

O2: Post prueba “después de”: Indicadores de productividad después de aplicar Lean Manufacturing.

X: Tratamiento: Lean Manufacturing.

La metodología empieza con el análisis de la situación actual de la línea de producción desde el momento en que la materia prima entra, pasa por el proceso de transformación hasta que finalmente se obtiene el producto terminado, es en este análisis donde se obtienen los primeros datos de las posibles causas de la baja productividad de la línea de producción. Posteriormente a este análisis se detectan los principales problemas que se suscitan, Luego se procede a aplicar las técnicas de Lean manufacturing que nos permitan solucionar los problemas surgidos en el diagnóstico realizado.

Finalmente luego de la mejora, se medirán los indicadores y se comparara los mismos con los encontrados en el diagnóstico.

2.2.Población

Sistema de producción para la elaboración de cocktails en la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L durante 1 mes.

2.3.Muestra

Procesos para la elaboración de cocktails de algarrobina en la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L. durante 1 mes. El tamaño de la muestra se determina tomando en cuenta la información del Time Study Manual de los Erie Works de General Electric Company, la cual

nos muestra en Tabla N° 2, en el siguiente capítulo se hará el cálculo del número de ciclos de observación .

2.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

- Métodos
 - Inductivo
 - Deductivo
- Técnicas
 - Entrevistas no estructuradas
 - Revisión documental
 - Observación
- Instrumentos
 - Guía de entrevista
 - Guía de revisión documental
 - Guía de observación

2.5. Técnicas de procesamiento para análisis de datos.

- Mapeo de procesos
- Estandarización de Tiempos
- Análisis del Métodos de Trabajo
- Value Stream Mapping
- Regresión
- Layout

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Diagnóstico actual del proceso de fabricación de cocktails en la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L.

3.1.1. Información de la empresa

INDUSTRIAS Y NEGOCIOS PICCOLI S.R.L. nace del emprendimiento de la Lic. Olga Piccón , quién heredó la receta de la preparación de los cocktails de su padre, por lo cual en el año 2011 decidió formar su propia empresa dándole un valor agregado con insumos selectos del Perú, entre ellos, la algarrobina , el aguardiente y el pisco, mediante sabores, textura y aroma agradables convirtiéndol en un producto de calidad, capaz de deleitar al paladar más exigente.

La empresa nace el 01 de agosto del 2011 en la ciudad de Chiclayo, deparatamento de Lambayeque, simentándose con dos pilares principale; la calidad y la mejora continua. Sus principales canales de distribucúon son los Hipermercados Tottus y la Cadena Cencosud en las regiones de Lambayeque, Piura, La Libertad, Cajamarca y Ancash.

La amplia gama de sabores incluye frutos como algarroba, coco, durazno, café y cacao en presentaciones de 750 ml y 500 ml con la finalidad de innovar y crear sabores agradables e intensos.

La empresa ha obtenido varios reconocimientos en su corto tiempo de vida, como el “Premio Mype 2014”, los cuales la impulsan a ser más competitiva.

3.1.2. Ventas y participación del mercado

En el periodo 2018 la empresa registró ventas por un total de S/ 216, 660. Los clientes están segmentados en los diversos canales de distribución.

- Supermercados,
- Mayoristas
- Autoservicios,
- Tiendas por conveniencia
- Empresas del rubro de hoteles, restaurantes y cafés (HORECAS)

A continuación se muestra la siguiente figura con la distribución de ventas según tipo de cliente.

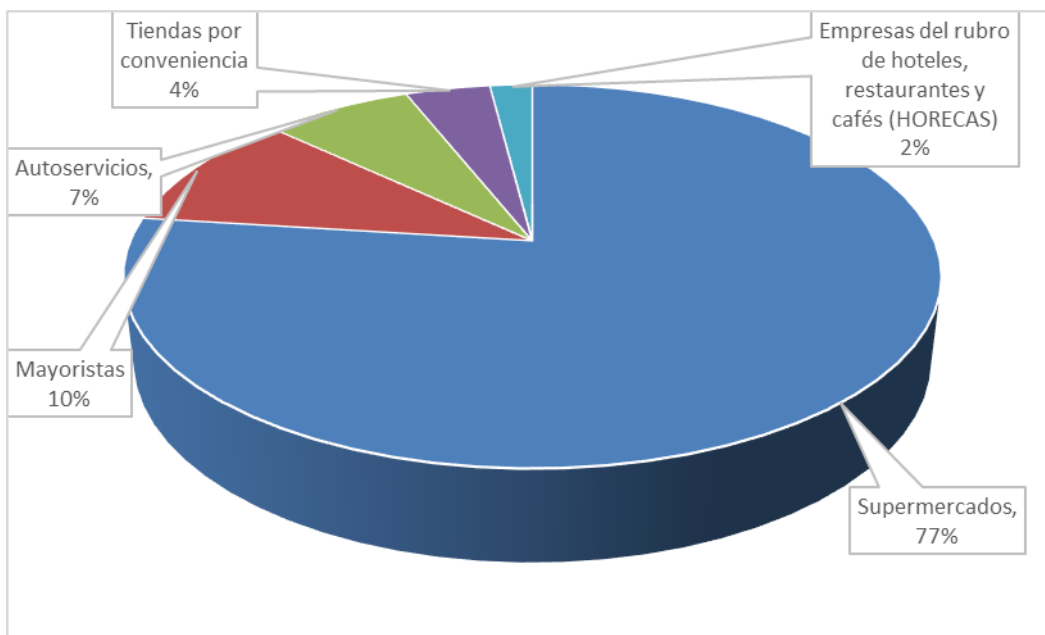


Figura N° 7. Se Puede observar la distribución de las ventas de la empresa según Histórico de ventas proporcionado por la Gerente General de la empresa Industrias y Negocios Piccoli (2019).

3.1.3. Información del producto

La gama de productos que fabrica la empresa está compuesta por 6 variedades , café, algarrobina, coco, cacao, durazno y selecto. La familia de productos que vamos a estudiar son los cocktails de 750 ml, específicamente, el cocktail de algarrobina de 750 ml ya que es el producto de mayor producción y venta de la empresa, representa el 50% de sus ventas. A continuación se describe el producto.

Producto: Cocktail

Sabor: Algarrobina

Contenido: 750 ml

Vida útil: 8 meses

Atributos: 100% natural, macerado con aguardiente de caña, preservante natural.

Aroma y sabor característicos de la algarrobina.

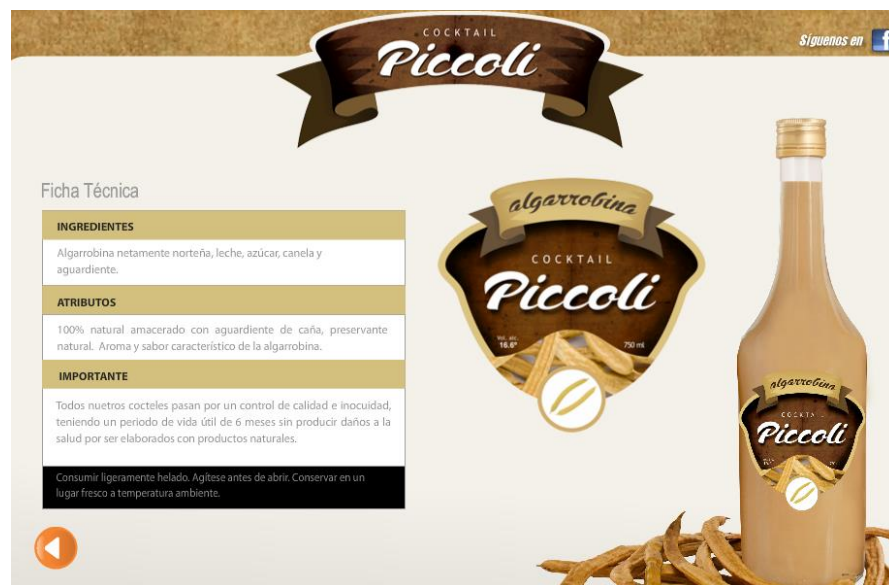


Figura N°8 En la página web de Piccoli (2018) podemos visualizar su principal producto, el Cocktail de algarrobina de 750ml.

3.1.4. Información del sistema de producción

La empresa tiene un sistema de producción semi- industrial, que se encuentra directamente relacionado con la elaboración de escencias o jarabes y mezcla de ingredientes. El sistema de producción de cocktails se basa en un sistema de producción intermitente o por lotes,

- Insumos

Para la fabricación de un lote de 8 cajas de cocktail de algarrobina se requiere de los siguientes materiales.

Materia prima principal. Leche y Algarrobina Procesada



Figura N°9 En la página web de Diario Uno (2015) podemos visualizar la principal materia prima del Cocktail de algarrobina de 750ml. La algarrobina tiene una consistencia espesa y es extraída de las vainas, fruto del algarrobo.

La Algarrobina es una miel elaborada a base de las vainas, fruto del algarrobo que crece en los desiertos peruanos. Es una importante fuente de nutrientes. Es reconocido por

su sabor especial y agradable olor. Apreciado por su alto contenido de azúcares, fibra dietaria, minerales esenciales como calcio y fósforo. Ayuda a controlar los niveles de azúcar en la sangre, cuenta con bajo contenido de grasa y colesterol. Actualmente es utilizado en numerosas aplicaciones culinarias (Ecoandino, 2016).

Formulación para un lote de 8 cajas (72 litros) de cocktail de algarrobina

- Agua tratada	: 2 litros
- Azúcar de caña	: 10 kg
- Algarrobina	: 2 litros
- Leche	: 38 litros
- Aguardiente	: 20 litros
- Canela	: 36 gramos
- Clavo de olor	: 36 gramos
- Vainilla	: 30 gramos

- Mano de obra

Para realizar el proceso de fabricación la empresa cuenta con 4 trabajadores como mano de obra directa en las diferentes actividades de la producción, siendo esta mano de obra calificada y no calificada.

- Operario 1.

Técnico Administrativo con 5 años de experiencia en el sector, su función es la preparación de la esencia los días lunes y sábados y desinfección de botellas de martes a viernes.

- Operario 2.

Licenciada en enfermería con 4 años de experiencia en el sector. Su función es la homogenización.

- Operario 3

Cuenta con Secundaria Completa y con 4 años de experiencia en el sector, su función es el envasado.

- Operario 4:

Cuenta con secundaria y con 3 años de experiencia en el sector, su función es el empaque.

• Equipos y herramientas

La planta dispone de un equipamiento reducido, pero adecuado para producir, siendo estos los siguientes.

- Llenadora de líquidos semiautomática de 6 válvulas automáticas, con sistema neumático, sin generación de espuma o burbujas, evita reboses de bebida en los envases.



Figura N°10 En la figura se puede apreciar la embotelladora de la empresa Piccoli (2018) se la cual cuenta con 6 cánulas.

Tabla N° 5

Ficha técnica de la llenadora

	Especificaciones Técnicas
Producción media	550 l/h
Material	Acero Inoxidable AISI 304
Capacidad	250 ml a 1L
Marca	Zumex
Vida útil	10 años

Elaboración propia

- Tapador Semiautomático para tapas pilfer.



Figura N° 11 En la figura se puede apreciar la selladora de la empresa Piccoli (2018) la cual es un Tapador Semiautomático para tapas pilfer.

Tabla N° 6

Ficha técnica de la selladora

Especificaciones Técnicas	
Potencia del Motor y reductor	1/2 HP
Velocidad	3450 rpm (22 botellas por minuto)
Peso	110 kg
Marca	M- Maq
Vida útil	10 años

Elaboración propia.

- 3 ollas de acero inoxidable para realizar la cocción (98 L)
- 1 cocina semi industrial de dos hornillas con balón de gas
- 2 paletas de acero inoxidable
- 1 termómetro
- 1 colador de 1 micra de porosidad
- 6 tanques de acero inoxidable de 150 y 200 litros

- 2 Tanques de acero inoxidable de 400 litros
- Jarra medidora
- 1 Balanza
- 1 Embudo
- 1 Balde plástico
- Tela de Organza

Los equipos se encuentran en buen estado para cumplir con las actividades requeridas, sin embargo son equipos básicos y manuales.

- **Suministros**

El principal suministro es el gas licuado (20 m³ al mes), que sirve para cocinar las ecencias, también se utiliza la energía eléctrica para la embasadora y la selladora 400kw/h al mes) y agua (22 m³ mes).

- **Descripción de las actividades del proceso productivo**

- **Recepción de la materia prima**

Consiste en recibir del proveedor la materia prima requerida, de acuerdo a las especificaciones entregadas previamente por la empresa. Implica la aceptación de lo entregado, es decir, la aceptación de que la condición del material está de acuerdo con las exigencias de la empresa y su proceso.

Se verifica el 100% de la materia prima, siguiendo con el procedimiento de inspección de materias primas e insumos. La algarrobina y la leche se compran envasadas por lo que se garantiza en cierta medida su buen estado.

- Preparación de la crema de algarrobina

Se cuenta con dos ollas de acero inoxidable donde se hierva agua y azúcar de caña . La remoción del azúcar y junto a la canela se hace con la ayuda de paletas de acero inoxidable, posteriormente se deberán agregar las proporciones correspondientes de algarrobina y clavo de olor donde se realizará el mezclado hasta lograr la completa disolución del azúcar y el algarrobina, se filtra con colador de tal modo que las ramitas de canela y otras partículas queden atrapadas en el la malla y finalmente la esencia es llevada a tanques de acero inoxidable de 200 litros para realizar el almacenado de producto en proceso.

La preparación de la esencia se hace los sábados y lunes y esa célula de trabajo es la única que produce ese día porque el calor de la cocina altera la leche que se reutiliza en la siguiente célula de trabajo. Se necesitan un operario a tiempo completo unicamente para elaborar las esencias.



Figura N° 12 : En la figura se puede apreciar una imagen tomada en la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018) de la preparación de la esencia de manera manual en una olla.

- **Enfriado**

La esencia se coloca en tanques de 150 o 200 litros y se deja enfriar a temperatura ambiente, ya que no se cuenta con un sistema de refrigeración. Es importante que la esencia o jarabe esté fría al momento de mezclarla con la leche.

- **Preparación del licor (con aguardiente)**

En los tanques se añade el aguardiente y la vainilla. La remoción se hace con la ayuda de paletas de acero inoxidable.



Figura N° 13 : En la figura se puede apreciar una imagen tomada en la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018) de la preparación del licor en los tanques pequeños, que posteriormente será mezclado y homogenizado con la leche.

- **Filtrado**

La mezcla del paso anterior pasa, a través de tela de organza, cuyo uso es conveniente para la producción semi- industrial de bebidas debido a su capacidad y facilidad de manipulación, de manera que se eliminen los residuos que haya dejado en el proceso de obtención de la esencia.

- **Homogenizado**

Las dimensiones del tanque que soportan la producción requerida de cocktail son: 0.6 m de radio y 1 m de altura. Estas dimensiones proporcionan cierta tolerancia que será necesaria en el momento de introducir a la leche, la esencia y homogenizar. Esta operación tiene por finalidad uniformizar la mezcla, se hace con la ayuda de paletas de acero inoxidable, de manera que la esencia se disuelva.

- **Envasado**

El envasado consiste en llenado y el sellado de las botellas que actualmente lo realiza una sola persona. El llenado es hasta el tope del contenido del envase, evitando la formación de espuma. Se utiliza una llenadora semi manual con 6 cabezales.



Figura N° 14 : En la figura se puede apreciar una imagen tomada en la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018) de la primera actividad en la operación de embasado que es el llenado de las botellas de 750 ml con el cocktail..

El sellado de las botellas de cocktail de algarrobina de 750 ml se hace con tapa pilfer 31.5 con dosificador , la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L actualmente cuenta con una selladora semiautomática.



Figura N° 15 : En la figura se puede apreciar una imagen tomada en la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018) de la segunda actividad en la operación de embasado que es el sellado de las botellas de 750 ml con tapas pilfer.

- **Etiquetado y empaquetado**

El etiquetado es manual. Y en el empaquetado, se arman las cajas y se introduce una docena de botellas en cada una.



Figura N° 16 : En la figura se puede apreciar una imagen tomada en la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018) del etiquetado que se hace de forma manual por ambos lados de la botella, posteriormente qse coloca en cajas de 12 unidades las cuales se han armado previamente y ela vez llena, se sella con cinta.

- **Amacenamiento**

El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco. Actualmente la empresa produce a pedido por lo que almacena en cantidades mínimas.



Figura N° 17 : En la figura se puede apreciar una imagen tomada en la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018) del almacenado de las cajas de cocktail.

En el siguiente diagrama se muestran el proceso de producción de 8 cajas de cocktail,

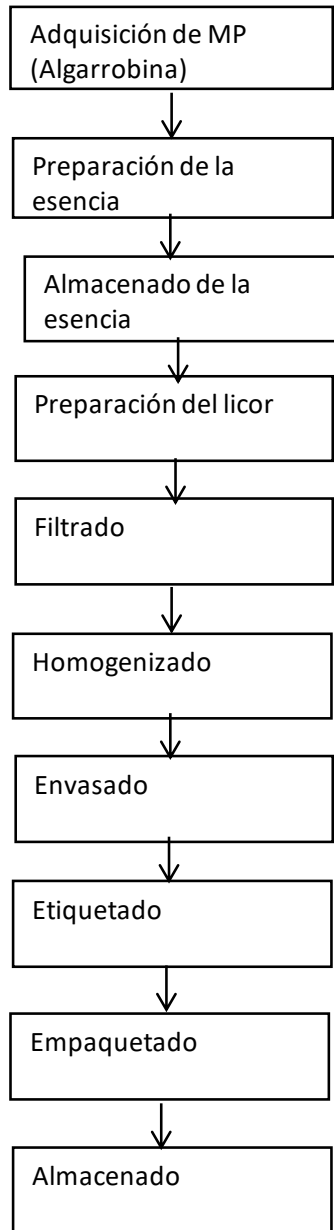


Figura N° 18: Esta figura muestra el Diagrama de bloques del proceso de fabricación de cocktails 750 ml según información tomada de la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018).

3.1.5. Análisis del diseño de trabajo

Se aplicará el estudio de tiempos a toda la línea de producción de cocktails en la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L desde el traslado de materia prima.

Tabla N° 7

Cronometración de operaciones

Actividad del Proceso	Ciclos
	1
A. Preparación de la esencia	
A. Traslado de la materia prima e insumos de almacén a planta	9.9
B. Hervido del agua	32.3
C. Mezcla del Agua, el azúcar y canela	20.1
D. Homogenizado con el algarrobina y el clavo de olor	20.4
E. Colado	18.2
F. Inspección de la crema	0.7
G. Traslado al Almacén de cremas	13.4
Sub Total	115.00
H. Almacenado de producto en proceso	720
B. Desinfección de botellas	
L. Transporte de botellas	9.4
M. Hervido del agua	33.3
N. Desinfección de las botellas	22.3
Sub Total	65.00
C. Homogenizado	
I. Transporte aguardiente y la vainilla	7.7
J. Preparación del licor	13.4
K. Filtrado	20.3
Ñ. Traslado al área de Homogenizado	13.1
O. Homogenizado con la leche, el licor	14.3
P. Verificación de presión	0.5
Sub Total	69.30
D. Envasado	
Q. Encendido de la llenadora y espera	15.6
R. Llenado	63.25
S Transporte hacia la selladora	19.35
T. Sellado	18
U. Traslado al área de empaque	8.1
Sub Total	124.30
E. Empaque	
V. Verificación de la Calidad	12.3
W. Etiquetado	32.2
X. Empaque	10.3
Y. Traslado al almacén de producto terminado	7.3
Sub Total	62.10
Total (tiempo de ciclo)	1155.20

Fuente: Industrias y Negocios Piccoli (2018)

Para la toma de tiempos se descompuso la tarea en elementos y antes de empezar a cronometrar, se se les explicó a los operarios el objetivo del estudio.

El tamaño de la muestra se determinó tomando en cuenta la información del Time Study Manual de los Erie Works de General Electric Company, la cual nos muestra en Tabla N° 4 que el número de ciclos de observación es 3, según el tiempo de ciclo observado preliminarmente en la tabla anterior.

Tabla N° 8

Número Recomendado de Ciclos de operación

Tiempo de Ciclo (minutos)	Número Recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 - 5,00	15
5,00 - 10,00	10
10,00 - 20,00	8
20,00 - 40,00	5
40,00 - a más	3

Fuente: Niebel, B. & Freivalds, A. (2014)

Posteriormente se procedió a cronometrar 3 veces el ciclo , el registro se pueden observar en la siguiente tabla.

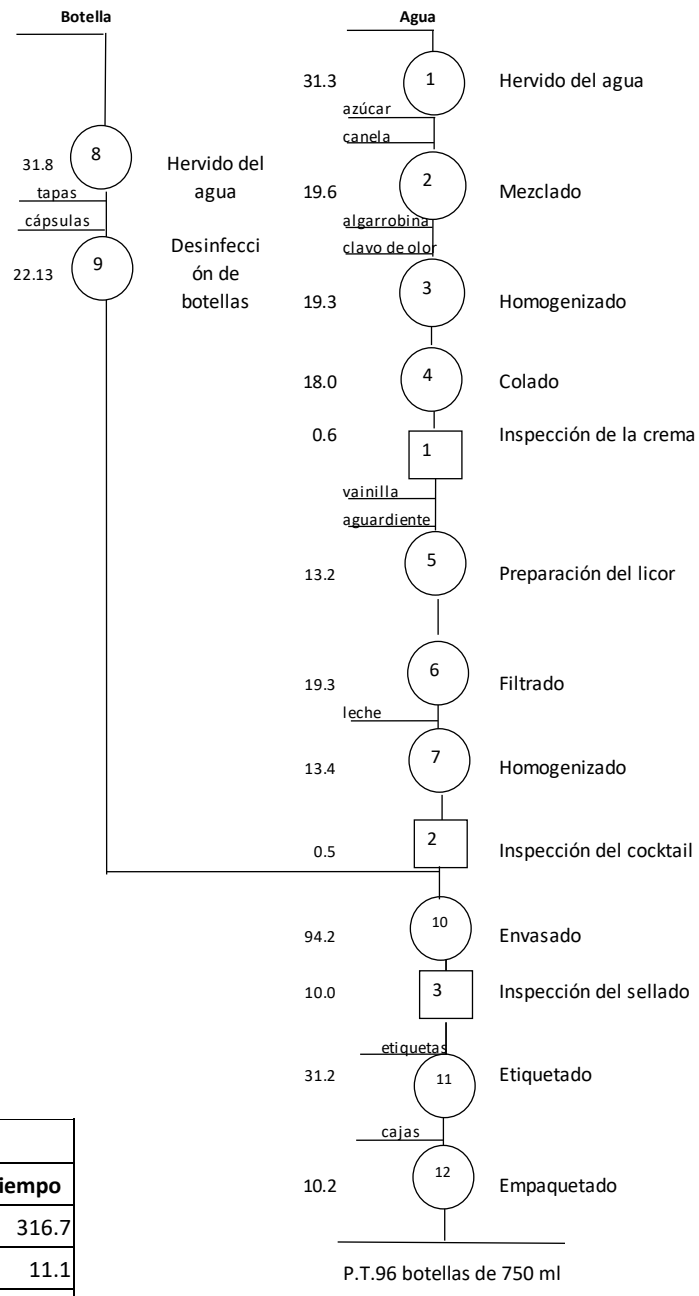
Tabla N° 9

Tiempo promedio por operación y elementos (lote 96 botellas)

Actividad del Proceso	Ciclos			$\sum x_i$	Tiempo prom. (TP)	Tiempo prom. x botella
	1	2	3			
A. Preparación de la esencia						
A. Traslado de la materia prima e insumos de almacén a planta	9.9	8.1	8.9	26.9	8.97	0.09
B. Hervido del agua	32.3	30.4	31.1	93.8	31.27	0.33
C. Mezcla del Agua, el azúcar y canela	20.1	19.2	19.5	58.8	19.60	0.20
D. Homogenizado con el algarrobina y el clavo de olor	20.4	18	19.4	57.8	19.27	0.20
E. Colado	18.2	17.8	17.9	53.9	17.97	0.19
F. Inspección de la crema	0.7	0.5	0.6	1.8	0.60	0.01
G. Traslado al Almacén de cremas	13.4	11.4	12.5	37.3	12.43	0.13
Sub Total	115.00	105.40	109.90	330.30	110.10	1.15
H. Almacenado de producto en proceso	720	900	820	2440	813.33	8.47
B. Desinfección de botellas						
L. Transporte de botellas	9.4	9.2	9	27.6	9.2	0.10
M. Hervido del agua	33.3	30.4	31.8	95.5	31.8	0.33
N. Desinfección de las botellas	22.3	22.2	21.9	66.4	22.1	0.23
Sub Total	65.00	61.80	62.70	189.5	63.2	0.66
C. Homogenizado						
I. Transporte aguardiente y la vainilla	7.7	7.5	7.8	23	7.67	0.08
J. Preparación del licor	13.4	12.4	14.3	40.1	13.37	0.14
K. Filtrado	20.3	18.1	19.4	57.8	19.27	0.20
Ñ. Traslado al área de Homogenizado	13.1	11.2	12.1	36.4	12.13	0.13
O. Homogenizado con la leche, el licor	14.3	12.2	13.8	40.3	13.43	0.14
P. Verificación de presión	0.5	0.4	0.45	1.35	0.45	0.00
Sub Total	69.30	61.80	67.85	198.95	66.32	0.69
D. Envasado						
Q. Encendido de la llenadora y espera	15.6	15.00	15.40	46	15.33	0.16
R. Llenado	63.25	56.95	61.75	182	60.65	0.63
S Transporte hacia la selladora	19.35	11.45	17.35	48	16.05	0.17
T. Sellado	18	18.50	16.00	53	17.50	0.18
U. Traslado al área de empaque	8.1	6.9	7.6	23	7.53	0.08
Sub Total	124.30	108.80	118.10	351	117.07	1.22
E. Empaque						
V. Verificación de la Calidad	12.3	10.3	7.5	30.1	10.03	0.10
W. Etiquetado	32.2	30.3	31.2	93.7	31.23	0.33
X. Empaque	10.3	10.2	10.2	30.7	10.23	0.11
Y. Traslado al almacén de producto terminado	7.3	6.4	4.9	18.6	6.20	0.06
Sub Total	62.10	57.20	53.80	173.1	57.70	0.60
Total	1155.20	1294.60	1231.90	3681.70	1227.23	12.78

Fuente: Industrias y Negocios Piccoli S.R.L.

Se utiliza herramientas gráficas de procesos para el análisis como el diagrama de operaciones y diagrama de análisis de procesos.



Resumen		
Actividad	Cantidad	Tiempo
Operación	12	316.7
Inspección	3	11.1
Total	15	327.8

Figura N° 19: Esta figura muestra el Diagrama de operaciones del proceso preparación de lote de 96 botellas según información tomada de la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018).

Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia (m)
Operación	4	88.1	
Inspección	1	0.6	
Transporte	2	21.4	5.5
Almacén	1	813.3	
Total	8	926.5	

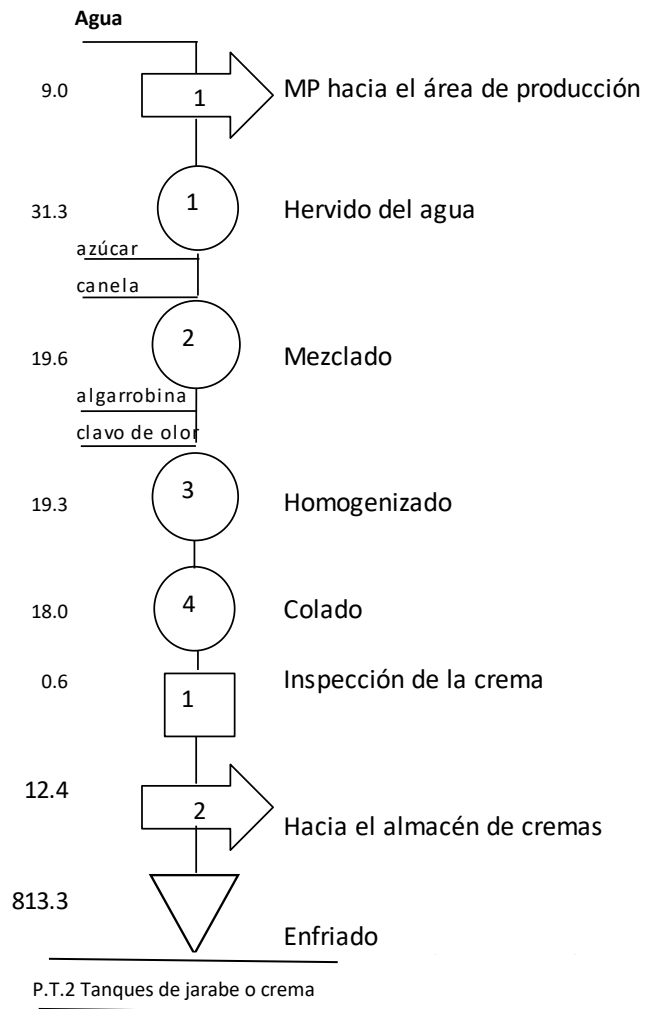
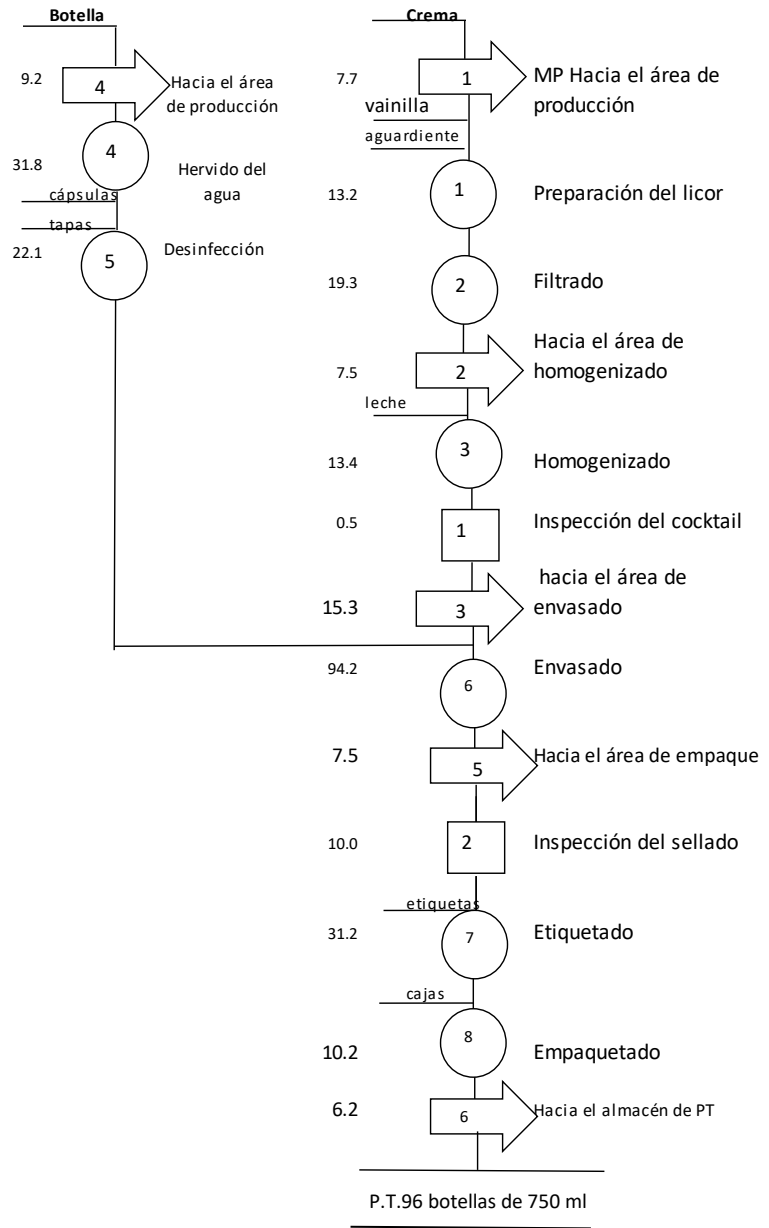


Figura N° 20: Esta figura muestra el Diagrama de análisis del proceso de la primera operación que es la preparación del jarabe o esencia para un lote de 96 botellas según información tomada de la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018).



Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia (m)
Operación	8	235.5	
Inspección	2	10.5	
Transporte	6	58	27
Almacén	0	0	
Total	13	304	

Figura N° 21: Esta figura muestra el Diagrama de análisis del proceso de elaboración de cocktails lote de 96 botellas (en minutos) una vez que ya se cuenta con la esencia según información tomada de la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018).

3.2. Diagnóstico de las causas de la baja productividad del proceso de fabricación de cocktails en la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L.

3.2.1. Causa 1 :Inadecuada Sincronización del proceso:

Al obtener estos promedios en la tabla N| 07, se realizó una gráfica con los tiempos promedio.

Tabla N° 10

Resumen tiempo promedio por operación.

Actividad del Proceso	Tiempo prom. (TP)	TP Por botella
A. Preparación de la esencia	110.10	1.15
B. Desinfección de botellas	63.2	0.66
C. Homogenizado	66.32	0.69
D. Envasado	117.07	1.22
E. Empaquetado	57.70	0.60
TOTAL	241.08	2.51

Elaboración Propia

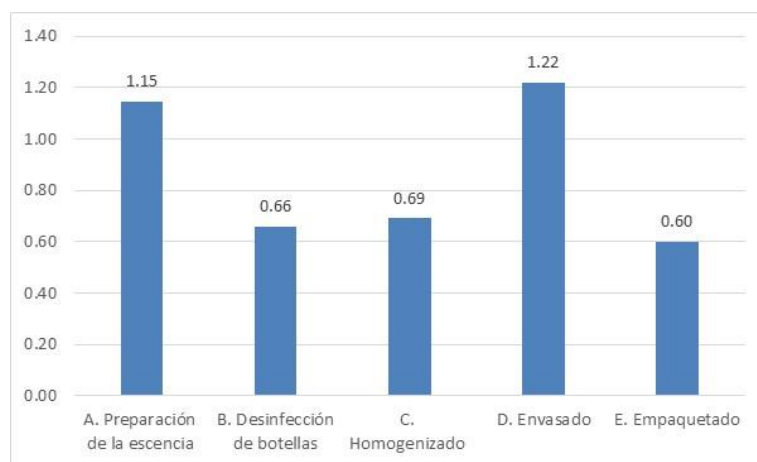


Figura N° 22. En la figura se representa el flujo sin balancear según información tomada de la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018).

Al analizar la Figura 20 se observa que hay un cuello de botella, lo que genera mayores costos ya que el ritmo de la línea de producción lo marca esta actividad, Se puede ver que la carga de trabajo está distribuida desequilibradamente entre los operarios. En la siguiente tabla determinamos la cantidad de tiempo ocioso a la semana de mano de obra, durante los 4 días que se hace la preparación del cocktail.

Tabla N° 11

Costo de mano de obra ociosa- causa 1

Estación	Desperdicio a la semana (min)							Costo a la semana (S/.)
	sab	lun	mar	mié	jue	vie	TOTAL	
Operario de Homogenizado			72.4	72.4	72.4	72.4	289.6	31.9
Operario de envasado								
Operario de empaque			153.8	153.8	153.8	153.8	616	67.8
TOTAL							905.6	99.7

Elaboración Propia

- El operario del área de homogenizado: trabaja 81.5 min por lote por los 5 lotes al día (407 min al día.) Por lo que tiene un tiempo ocioso de 72.4 min. Expresado en soles , teniendo en cuenta que el costo de mano de obra son S/.0.11/min, es un desperdicio de S/. 31.9 a la semana y S/ 95.7 al mes aproximadamente,
- El operario área de empaque: trabaja 65.2 min por lote. 326 min al día. Por lo que tiene un tiempo ocioso de 154 min al día. Expresado en soles . Teniendo en cuenta que el costo de mano de obra son S/.0.11/min, es un desperdicio de S/. 616 a la semana y S/ 1848 al mes aproximadamente

La empresa está perdiendo por mano de obra ociosa **S/.1943.7** al mes.

Así pues, la empresa bajo estudio, no cuenta con los ajustes necesarios para su correcto funcionamiento ya que se presenta desperdicios principalmente tiempo de ocio, pues algunos operarios trabajan a un ritmo más lento que otros.

Además, en el 2018 el nivel de servicio al cliente estuvo por debajo del 98% que es el mínimo requerido según acuerdo, en consecuencia la empresa se está perjudicando económica y comercialmente. Industrias y Negocios Piccoli tiene 2 principales clientes que representan el 77% de total de sus ventas y son 2 supermercados quienes llevan un control del nivel de servicio y si este es menor a 98% efectúan una penalidad sobre la cantidad no atendida.

Tabla N° 13

Costo por nivel de servicio inferior a 98%

Cliente	Cantidad pedida S/	Cantidad Atendida en S/	Diferencia	Nivel de servicio	Pérdida por NS en S/
Cliente 1	26163	25116	1047	0.96	115.17
Cliente 2	22137	20588	1549	0.93	154.90
Total	48300	45704	2596		270.07

Elaboración propia

3.2.2. Causa 2 : Desperdicio en el método de trabajo

Para determinar el desperdicio de tiempo por método se utilizó también los tiempos cronometrados que se muestran en la tabla N° 7, se verá la secuencia de las tareas para llevar a cabo la preparación del cocktail. Todo lo que en una actividad que agrega valor, no corresponde a valor añadido, supone desperdicio de tiempo del diseño del método.

A partir de ello se obtiene el indicador de coeficiente de desperdicio por método (CdM) que cuantifica el desperdicio respecto al mejor promedio.

$$CdM = 1 + \frac{\sum \text{Tiempo de desperdicio de método}}{\sum \text{Tiempo Promedio de tarea}}$$

Tiempo de desperdicio por método = Tiempo Promedio de las Tareas - Mejor Tiempo

Luego de analizar las tareas de cada actividad, podemos determinar que las actividades que agregan mayor desperdicio de método de tiempo es el llenado, y que la suma de tiempo de desperdicio de método en todas las actividades es, 11.36 minutos por lote, a continuación se muestra el detalle.

- Actividad: Hervido de agua para el desinfectado- Esta actividad tiene un coeficiente de pérdida de método (CdM) de 1.04, donde 1.4 minutos es el tiempo de sus tareas que no agregan valor , un 4.5% de total del tiempo.

Tabla N° 13

Resumen de tiempos de hervido del agua- desinfección

Concepto	s	min
Tiempo unit. Hervido del agua	1910	31.8
Tiempo unitario de lote	1910	31.8
Mejor tiempo	1824	30.4
Pérdida en el método	86	1.4

Elaboración Propia

- Actividad: Desinfección de botellas- Esta actividad tiene un coeficiente de pérdida de método (CdM) de 1.01, donde 0.2 minutos es el tiempo de sus tareas que no agregan valor , un 1.5% de total del tiempo.

Tabla N° 14

Resumen de tiempos de desinfección de botellas

Concepto	s	min
Tiempo unit. Desinfección	1328	22.1
Tiempo unitario de lote	1328	22.1
Mejor tiempo	1314	21.9
Pérdida en el método	14	0.2

Elaboración Propia

- Actividad: Preparación de Licor- Esta actividad tiene un coeficiente de pérdida de método (CdM) de 1.09, donde 0.3 minutos es el tiempo de sus tareas que no agregan valor , un 9.32% de total del tiempo.

Tabla N° 15

Resumen de tiempos de preparación de licor

Concepto	s	min
Tiempo unit. Preparación del licor	794	13.2
Tiempo unitario de lote	794	13.2
Mejor tiempo etandar	720	12.4
Pérdida en el método	74	1.2

Elaboración Propia

- Actividad: Filtrado- Esta actividad tiene un coeficiente de pérdida de método (CdM) de 1,06, donde 1,2 minutos es el tiempo de sus tareas que no agregan valor , un 6,06% de total del tiempo.

Tabla N° 16

Resumen de tiempos de filtrado

Concepto	s	min
Tiempo unitario de Filtrado	1156	19.3
Tiempo unitario de lote	1156	19.3
Mejor tiempo	1086	18.1
Pérdida en el método	70	1.2

Elaboración Propia

- Actividad: Homogenizado para el cocktail- Esta actividad tiene un coeficiente de pérdida de método (CdM) de 1.09, donde 1.2 minutos es el tiempo de sus tareas que no agregan valor , un 9.18% de total del tiempo.

Tabla N° 17

Resumen de tiempos de homogenizado para el cocktail

Concepto	s	min
Tiempo unitario de Homogenizado	686	11.4
Tiempo unitario de lote	686	11.4
Mejor tiempo	612	10.2
Pérdida en el método	74	1.2

Elaboración Propia

- Actividad: Llenado- Esta actividad tiene un coeficiente de pérdida de método (CdM) de 1.07, donde 7.3 minutos es el tiempo de sus tareas que no agregan valor , un 7.75% de total del tiempo.

Tabla N° 18

Resumen de tiempos de llenado

Concepto	s	min
Tiempo unitario de Envasado	3639	60.65
Tiempo unitario de lote	3639	60.65
Mejor tiempo	3417	56.95
Pérdida en el método	222	3.7

Elaboración Propia

- Actividad: Etiquetado- Esta actividad tiene un coeficiente de pérdida de método (CdM) de 1.02, donde 0.9 minutos es el tiempo de sus tareas que no agregan valor , un 2.99% de total del tiempo.

Tabla N° 19

Resumen de tiempos de etiquetado

Concepto	s	min
Tiempo unitario de Etiquetado	1874	31.2
Tiempo unitario de lote	1874	31.2
Mejor tiempo	1818	30.3
Pérdida en el método	60	0.93

Elaboración Propia

- Actividad: Empaque- Esta actividad tiene un coeficiente de pérdida de método (CdM) de 1,003, donde 700 minutos es el tiempo de sus tareas que no agregan valor , un 0,33% de total del tiempo.

Tabla N° 20

Resumen de tiempos de empaque

Concepto	s	min
Tiempo unitario de Empaque	614	10.2
Tiempo unitario de lote	614	10.2
Mejor tiempo	612	10.23
Pérdida en el método	2	0.03

Elaboración Propia

- Total de Pérdida en el Método

El desperdicio de tiempo por método de trabajo es de 19 min (Tabla N° 23), lo que equivale a S/.2.3 de costo de mano de obra por lote. Además los 7.4 min. de pérdida por método en el cuello de botella genera la pérdida de producción de medio lote más por día. Es decir 816 soles en ventas.

Tabla N° 21

Total de tiempo de pérdida de método

Actividad	Pérdida
Preparación del licor	1.2
Hervido del agua	1.4
Desinfección de las botellas	0.2
Filtrado	1.2
Homogenizado con la leche, el licor	1.2
Llenado	3.7
Sellado	1.5
Etiquetado	0.93
Empaque	0.03
Total	11.36

Elaboración Propia

$$795.2 \text{ min/mes} = 11.36 \text{ min/lote} * 5 \text{ lotes/día} * 14 \text{ días/mes}$$

$$87.47 \text{ soles/mes} = 795.2 \text{ min/mes} * 0.11 \text{ soles/min}$$

La suma de tiempo de desperdicio de método en todas las actividades que agregan valor del proceso es, 11.36 minutos por lote, es decir 795.2 minutos al mes, teniendo en cuenta que el costo de la mano de obra es 0.11 por minuto obtenemos que la pérdida es de **87.47** soles al mes.

3.2.3. Causa 3 : Esencia demora en enfriar

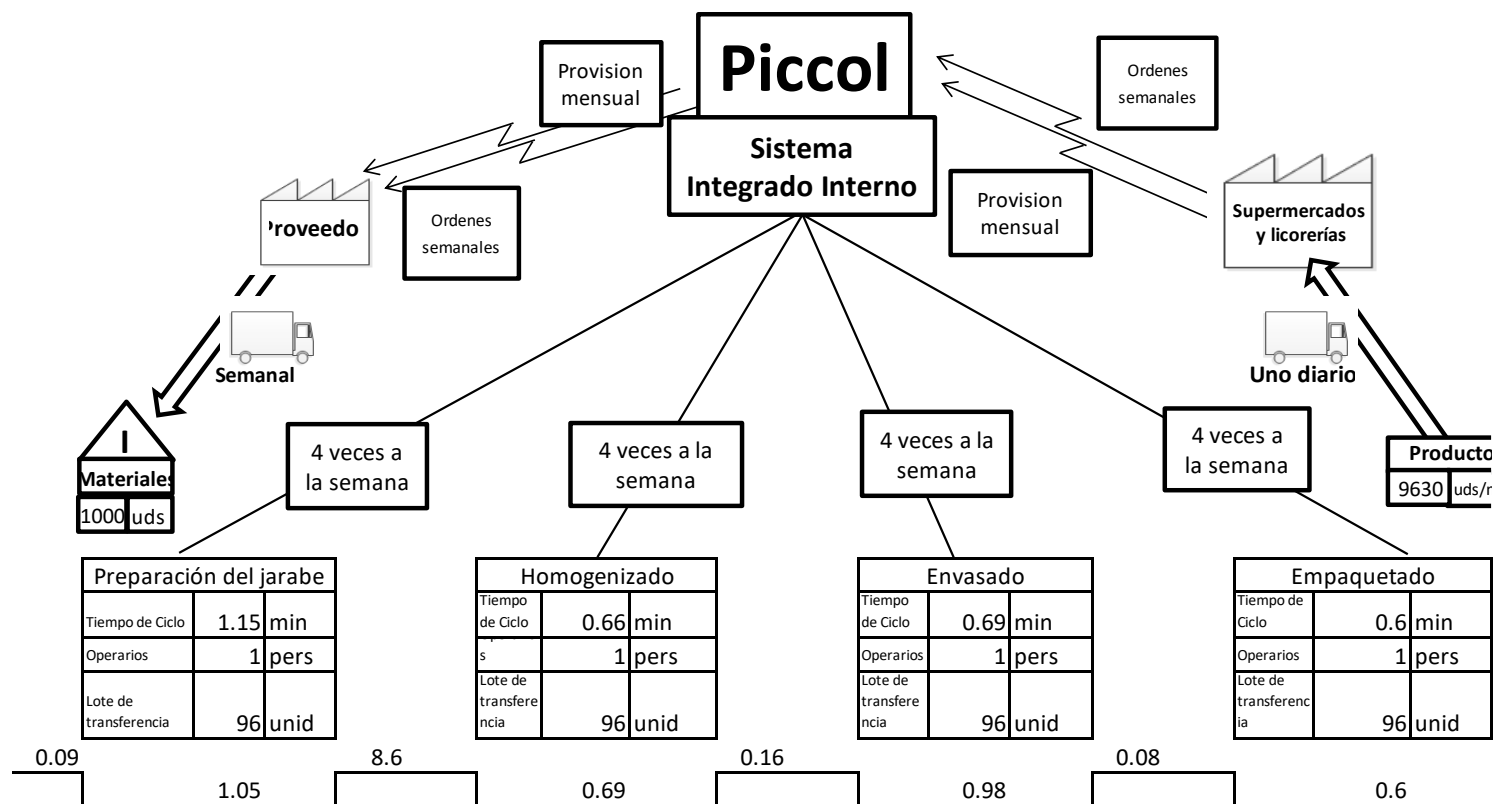


Figura N°23 Value Stream Mapping Inicial: Con la información mostrada en la figura anterior, podemos determinar que hay actividades que no agregan valor y que el tiempo que demoran en realizarse es un desperdicio. Así mismo, la espera durante el almacenamiento para que se enfríe la esencia es la actividad sin valor agregado donde se genera mayor desperdicio, 813 minutos en promedio (Industrias y Negocios Piccoli S.R.L., 2018)

Además, al no tener los equipos necesarios para acelerar el proceso de enfriamiento de la esencia la empresa Industrias y Negocios Piccoli solo produce producto terminado 4 días a la semana (de martes a viernes) debido a que el área de esencias trabaja dos otros 2 días y funciona como una unidad independiente que abastece a la cadena de valor que debe esperar un periodo de 12 horas hasta que se enfríe la esencia para seguir la cadena de valor, por lo que el lead time del área de esencias es prolongado, además no pueden preparar la esencia en paralelo a la preparación del cocktail porque el segundo proceso involucra uso de leche y la leche por sus características físicas no debe tener contacto con el calor, del primer proceso, para que no se produzca una contaminación cruzada y el producto terminado puede garantizar su tiempo de vida. En la Tabla N° 19 demandadas para el 2018 solo ingresando al mercado de Lima.

Tabla 22.

Demanda mensual – 2018 (Botellas al mes)

CIUDADES	Demanda 2018 (botellas/mes)		
	500 ml	750 ml	Ambas presentaciones
Lambayeque	489	1956	2445
Piura	70	279	349
Sullana	28	112	140
Trujillo	56	224	280
Cajamarca	21	84	105
Chimbote	35	140	175
Lima	2189	6835	9024
TOTAL	2888	9630	12518

Fuente: A. Esquen, R. Sánchez, V. Schutt & J. Torres (2016)

Elaboración Propia

Un sistema de enfriamiento permitiría aprovechar los días sábado y lunes para trabajar en línea de producción, lo cual representa 6 días más en los que podrían sacar producto terminado.

El tiempo de ciclo en el proceso de preparación del ccktail de un lote de 96 botellas de producto terminado es de 1.22 min por botella, correspondiente a la actividad de envasado. La cantidad de lotes fabricados en un periodo de 8 horas:

$$producción = \frac{Tiempo\ base}{ciclo} = \frac{tb}{c}$$

$$producción = \frac{480}{1.22} = 393$$

Indicadores del proceso de elaboración de cocktails

- Cuello de botella: Envasado 1.22 min por botella
- Producción al día: 393 botellas. día
- Producción total (14 días al mes): 5520 botellas. mes
- Producción total con tecnología de enfriamiento (20 días al mes): 7860 botellas. mes
- Demanda 9630
- Demanda Insatisfecha: 4110

Si la empresa Industrias y Negocios Piccoli puede producir 5502 botellas en 14 días al mes y 7860 botellas en 20 días al mes entonces podemos decir que hay una diferencia de 2358 botellas , al multiplicar

$$(Demanda - capacidad\ actual) * Margen\ de\ utilidad = Pérdida$$

$$(7860 - 5502) * 6.8 = 14674$$

La empresa estaría dejando de ganar **14 674** soles mensuales por tener equipos inadecuados.

Por otro lado no contar con equipos adecuados genera tiempo ocioso de la mano de obra. En la siguiente tabla determinamos la cantidad de tiempo de mano de obra ociosa.

Tabla N° 23

Costo de mano de obra ociosa- por demora en enfriamiento

Estación	Desperdicio a la semana (min)							Costo a la semana (S/.)
	sab	lun	mar	mié	jue	vie	TOTAL	
Área de preparación de esencia	75.6	75.6						
Área de desinfección			164.4	164.4	164.4	164.4	2808.8	97.1
TOTAL							1714.4	97.1

Elaboración Propia

- El operario de preparación de esencia trabaja los sábados y lunes 101.1 min por lote por los 4 lotes al día (404.4 min al día) Considerando que el tiempo disponible es de 480, tiene un tiempo de ocio de 75.6 min al día. Además el mismo operario trabajan de martes a viernes en la desinfección de botellas y trabaja 63.13 min por lote por 5 lotes al día (315.65 min al día) por lo que tiene un tiempo ocioso de 164.4 min. Expresado en soles, teniendo en cuenta que el costo de mano de obra son S/.0.12/min, es un desperdicio de S/ 97.1 a la semana y S/291 por las 3 semanas que se produce cocktail de 750 ml al mes.

3.2.4. Causa 4 : Inadecuado diseño de planta

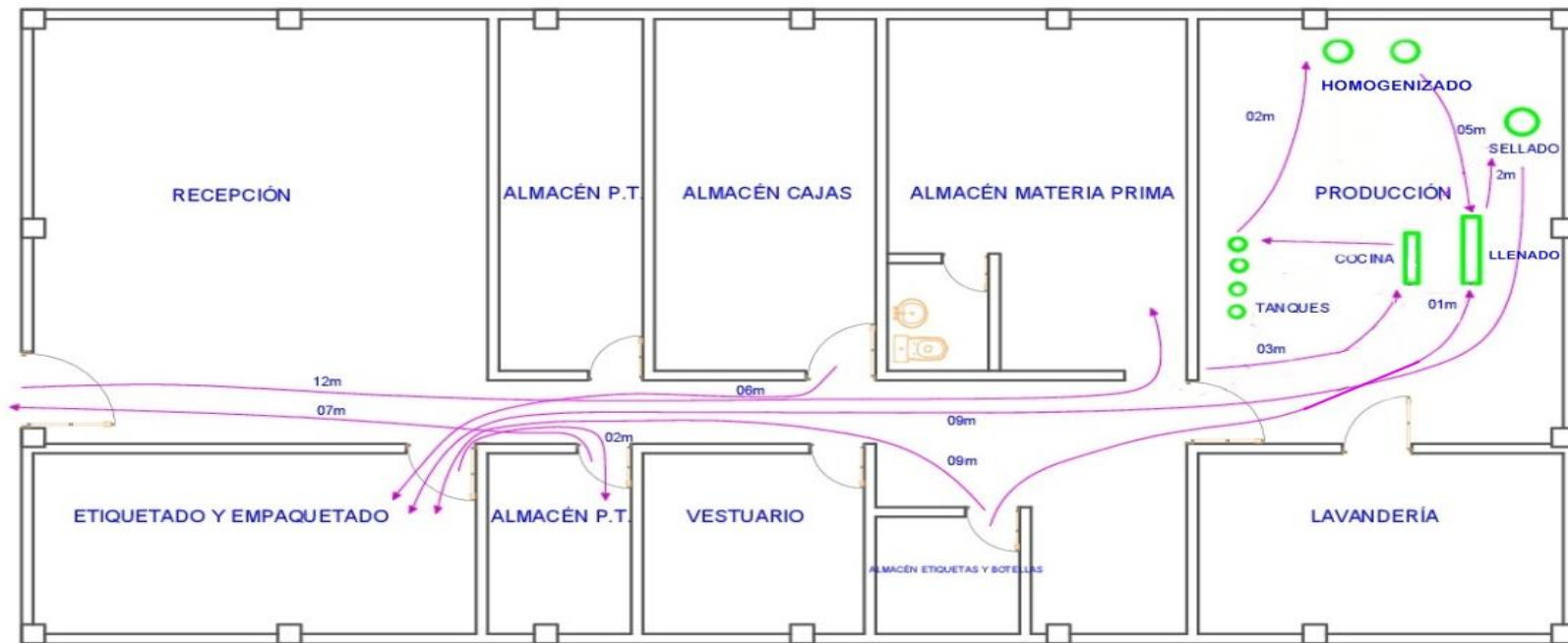


Figura 22: Diagrama del recorrido actual según información tomada de la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L (2018). Se encontró que el recorrido del producto en el proceso de producción genera movimientos innecesarios.

El diagrama de recorrido actual mostrado en el Gráfico N° 16, se graficó observando las ubicaciones de las áreas ya fijas, y en ellas se muestra el movimiento de las operaciones para la realización de sus actividades, demostrando la mala distribución de las áreas de la empresa, al no estar ubicadas de acuerdo a una secuencia ordenada y lógica para el proceso, lo que evidencia un despilfarro de tiempo durante el traslado para la realización de las actividades.

A partir del diagrama de análisis de procesos usados para el análisis del **diseño del proceso** se determinó las actividades de valor agregado vs. actividades que no agregan valor. Solo en actividades de traslado se gasta S/10.56 por lote en desperdicio de mano de obra. Se muestra el detalle en la siguiente tabla.

Tabla N° 24

Costo de actividades de transporte en el proceso de elaboración licor

Elementos	Tiempo Prom.	Actividades que No Agregan Valor	Costo Mano de Obra
	(min)		(S/.)
Actividad 1 :Transporte aguardiente y la vainilla	7.7		
Transporte de la vainilla	2.9	2.9	S/. 0.32
Transporte del aguardiente	4.8	4.8	S/. 0.53
Actividad 4 :Transporte de las botellas	9.2		
Transporte de la botellas	9.2	9.2	S/. 1.01
Actividad 5: Hervido del agua	31.5		
Actividad 6: Desinfección de las botellas	22.1		
Lavar las botellas	14.1	14.1	S/. 1.55
Actividad 7: Transporte de la esencia	12.1		
Transporte de la esencia al área de homogenizado	4.6	4.6	S/. 0.51
Desplazamiento	5.8	5.8	S/. 0.64
Actividad 10: Envasado	124.3		
Transporte hacia la selladora	19.35	19.35	S/2.13
Traslado al área de empaque	8.1	8.1	S/. 0.89
Actividad 12: Etiquetado	31.1		
Transporte de las etiquetas del almacén al área de etiquetado	7.5	7.5	S/. 0.83

Actividad 13: Empaque	10.2		
Transporte de las cajas del almacén al área de empaquetado	2.3	2.3	S/. 0.25
Actividad 14: Traslado a almacén de PT	6.2		
Desplazamiento	6.2	6.2	S/. 0.68
TOTAL	308.5	84.85	9.34

Fuente: Industrias y Negocios Piccoli S.R.L

Con la información mostrada en la tabla anterior, podemos determinar que el tiempo de desperdicio por transporte es de 84.85min en el proceso de preparación del cocktail, lo que representa a la empresa un costo de S/9.34 por lote en desperdicio de mano de obra, es decir 467.75 minutos al día, S/52.8 al día y S/739.2 al mes .



Figura 22: en la imagen tomada en la empresa Industrias y Negocios Piccoli (2018) se muestra como el operario transporta las botellas hacia la selladora después de haber llenado las botellas, las transporta 2 metros.

3.2.5. Identificación del problema en el proceso de producción sus causas

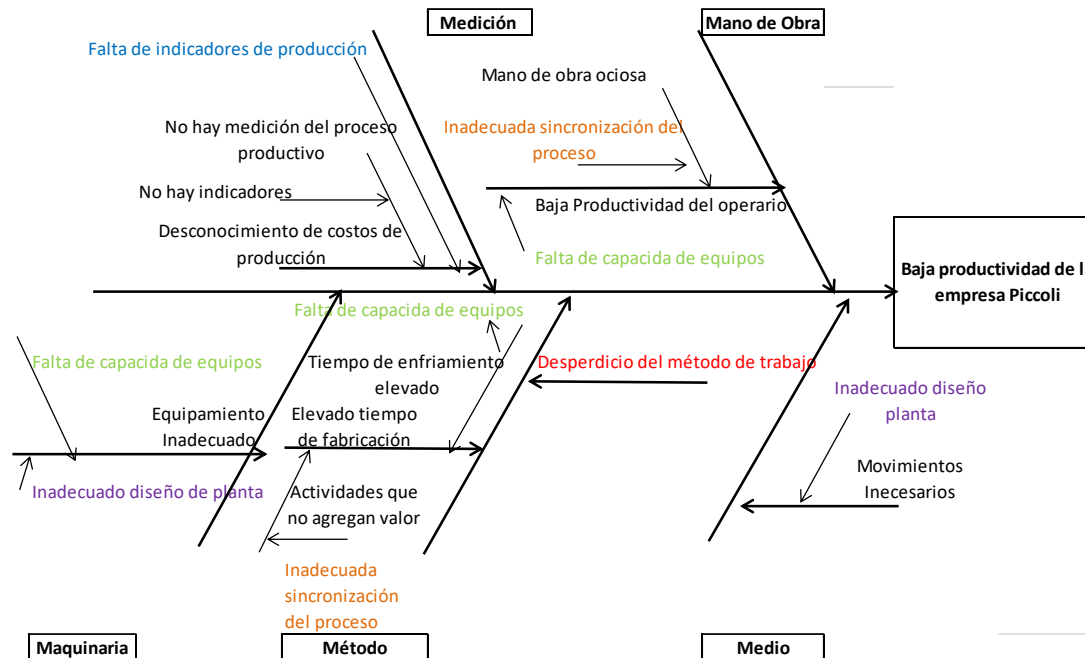


Figura 25: En el diagrama Ishikawa se resume gráficamente la problemática evidenciada en el apartado anterior, donde se calculó los indicadores de la problemática. En el siguiente capítulo se elaborará el cuadro con las causas y propuestas de solución.

3.3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.

3.3.1. Matriz de Metodología y herramientas

Tabla N° 25

Matriz de Metodología y Herramientas

CAUSA	METODOLOGÍA	TÉCNICA/ HERRAMIENTA /NORMA/LEY	INDICADOR
MALA SINCRONIZACIÓN DE PROCESOS	LEAN MANUFACTURING	VALUE STREAM MAPPING	$\text{Porcentaje de reducción de cuellos de botella} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de cuellos de botella eliminados}}{\text{n}^\circ \text{ de cuellos de botella identificados}} * 100$
		ESTANDARIZACIÓN	$\text{Incremento de productividad por balanceo} = \left \frac{\text{Productividad Antes} - \text{Productividad después}}{\text{Productividad Antes}} \right * 100$
		MEJORAR EL BALANCE DE LÍNEAS	
DESPERDICIO EN EL MÉTODO DE TRABAJO	INGENIERÍA DE MÉTODOS	ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	$\text{Porcentaje de reducción de desperdicio por método} = \frac{\text{Desperdicio por método eliminado}}{\text{Desperdicio por método identificados}} * 100$
ESENCIA DEMORA EN ENFRIAR	ADQUISICIÓN DE MARMITA	TECNICA DE INTERROGATORIO SISTEMÁTICO ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA	$\text{Incremento de productividad por cambio de maquinaria} = \left \frac{\text{Productividad Antes} - \text{Productividad después}}{\text{Productividad Antes}} \right * 100$
INADECUADO DISEÑO DE PLANTA	GUERCHET - SLP	DISEÑO DE PLANTA: GUERCHET - SLP	$\text{Porcentaje de reducción de movimientos innecesarios} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de movimiento innecesarios eliminados}}{\text{n}^\circ \text{ de movimientos innecesarios identificados}} * 100$
			$\text{Incremento de productividad por reducción de traslado} = \left \frac{\text{Productividad Antes} - \text{Productividad después}}{\text{Productividad Antes}} \right * 100$
FALTA DE INDICADORES DE PRODUCCIÓN	GESTIÓN DE PROCESOS	DEFINICIÓN DE INDICADORES	$\text{Porcentaje de Indicadores controlados} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de indicadores aplicados}}{\text{n}^\circ \text{ de requeridos}} * 100$

Fuente : Elaboración Propia

3.3.2. Selección de mejores alternativas – Diagrama de Pareto

Dado que las causas origen aún son varias y tienen más de una herramienta propuesta estas deben de priorizarse para lo cual se hizo una priorización económica. En el impacto se evaluó cual sería el impacto que tendrían en la solución del problema y tomando los cálculos realizados en el diagnóstico.

Tabla N° 26

Tabla de frecuencias

CAUSAS	Utilidad Perdida	Frec. Normaliz
MALA SINCRONIZACIÓN DE PROCESOS	2,204.70	12.3%
DESPERDICIO EN EL MÉTODO DE TRABAJO	87.47	0.5%
ESENCIA DEMORA EN ENFRIAR	14,965.00	83.2%
INADECUADO DISEÑO DE PLANTA	734.2	4.1%
		0.0%

Elaboración propia

En la Tabla N° 23 se resume el impacto económico mensual o pérdida de utilidad, tanto por desperdicio de mano de obra como por demanda no atendida de cada causa. En la tabla se puede apreciar un total de S/ 2,204.70 de pérdida por mala sincronización de procesos, S/, 87.47 de pérdida por desperdicios en el método de trabajo, S/ 14,965 de pérdida por demora en enfriamiento de la esencia y S/. 734.2 de pérdida por inadecuado diseño de planta.

Tabla N° 27

Tabla de frecuencias ordenadas.

CAUSAS	Frecuencia	Frec. Normaliz	Frec. Acumulada
ESENCIA DEMORA EN ENFRIAR	14,965.00	83.2%	83.2%
MALA SINCRONIZACIÓN DE PROCESOS	2,204.70	12.3%	95.4%
INADECUADO DISEÑO DE PLANTA	734.2	4.1%	99.5%
DESPERDICIO EN EL MÉTODO DE TRABAJO	87.47	0.5%	100.0%
		0.0%	100.0%

Elaboración propia

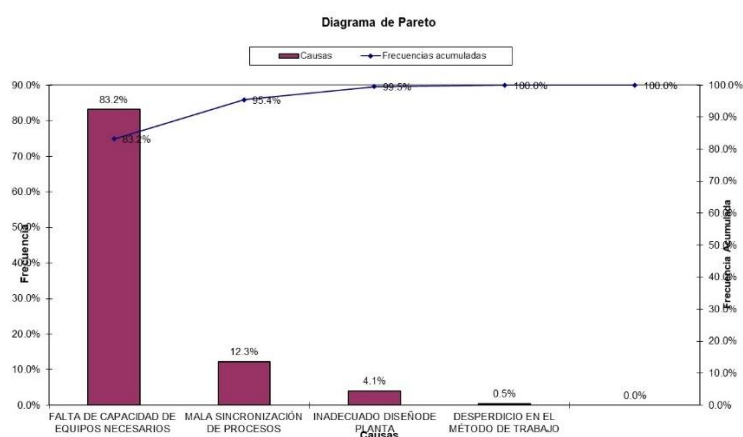


Figura N° 26: En el Diagrama de Pareto se muestra gráficamente que la principal causa de la baja productividad es que la esencia demora en enfriar.

De acuerdo a lo mencionado en los capítulos anteriores podemos concluir que las causas de la baja productividad en la empresa Industrias y Negocios Piccoli son las siguientes. En primer lugar, el tiempo de espera para el enfriamiento del jarabe representa el 84.4% de las causas de la demora de abastecimiento de jarabe. Se requiere reducir ese tiempo de espera con el análisis de la factibilidad económica de la incorporación de nueva tecnología, para mejorar la capacidad de producción. La segunda propuesta es la estandarización y balance de la línea de producción para eliminar el cuello de botella que permitan aumentar no solo la productividad sino también la eficiencia del proceso productivo. Finalmente, el excesivo recorrido en el proceso y las actividades que no agregan valor al proceso representan el 4.1%

del total de las causas de la baja productividad. Para ello, se plantea propuesta modificar el layout de la planta utilizando las herramientas Guerchet y Richar Muther

Las herramientas seleccionadas para presentar la propuesta de mejora son:

- Value Stream Mapping
- Balance de Líneas
- Estandarización de tiempos
- Análisis de la Factibilidad Económica de la Compra de una Marmita
- Método guerchet y Muther

3.3.3. Causa N° 1: Inadecuada Sincronización del proceso:

3.3.3.1. Value Stream Mapping

Para la construcción del VSM actual y futuro se empleará la metodología descrita por Rother, M. y Shook, J.

- **Establecer familias de productos**

La familia que se seleccionó para este estudio es el cocktail en presentación de 750 ml.

- **Diagrama del Estado Actual**

Tabla N° 28

Resumen del VSM actual.

Información	Detalle
Total operarios en el proceso	5
Unidades demandadas en promedio	9630 botellas/mes
Takt time	$9600/9630=0,99\text{min}$
Lead time	3683 min

Elaboración propia

Tabla N°29:

Actividades sin Valor Agregado- elaboración de Esencias (96 botelas)

Elementos	Tiempo Prom.	Actividades que Agregan Valor (min)	Actividades que No Agregan Valor (min)	Costo Mano de Obra (s/)
Actividad 1 1: Traslado de la materia prima e insumos de almacén a planta	9			
Medir el azúcar	2	2		
Buscar la canela, la vainilla y la algarrobina	2	2		
Desplazamientos	5		5	S/. 0.60
Actividad 2: Hervido del agua	31.3			
Poner las ollas en la cocina	1		1	S/. 0.12
Llenar las ollas con agua usando una jarra	1.3	1.3		
Coger el encendedor	0.5		0.5	S/. 0.06
Encender la cocina	0.2	0.2		
Dejar hervir el agua	28.3	28.3		
Actividad 3: Mezcla del Agua, el azúcar y canela	19.6			
Agregar azúcar	1	1		
Remover	15	15		
Agregar Canela	0.4	0.4		
Remover	3.2	3.2		
Actividad 4: Homogenizado con el algarrobina y el clavo de olor	19.3			
Agregar algarrobina	1	1		
Remover	14.7	14.7		
Agregar Clavo de olor	0.6	0.6		
Remover	3	3		
Actividad 5: Colado	18			
Transporte de los baldes al área de producción	2.3		2.3	S/. 0.28
Baseado y Colado	11.2	11.2		
Lavado de las ollas y colador	4.5		4.5	S/. 0.54
Actividad 6: Inspección de esencia	0.6			
Coger el cucharón	0.1		0.1	S/. 0.01
Verificación de viscosidad y sabor	0.5		0.5	S/. 0.06
Actividad 7: Traslado al almacén de esencia	12.4			
Transporte de los Tanques al almacén de PP	9.3		9.3	S/. 1.12
Baciado de las esencia a los tanques	3.1		3.1	S/. 0.37
Actividad 8: Enfriamiento	813.3			
Enfriamiento	813.3		813.3	
TOTAL	923.5	83.9	840	S/ 3.2

Elaboración propia

Tabla N° 30:

Actividades sin valor agregado del proceso de elaboración licor (96 botella)

Elementos	Tiempo Prom.	Actividades que Agregan Valor (min)	Actividades que No Agregan Valor (min)	Costo Mano de Obra (S/.)
Actividad 1 :Transporte aguardiente y la vainilla	7.7			
Transporte de la vainilla	2.9		2.9	S/. 0.32
Transporte del aguardiente	4.8		4.8	S/. 0.53
Actividad 2: Preparación del Licor	13.2			
Incluir el aguardiente y la vainilla	8.2	8.2		
Remover con el aguardiente y la vainilla	5	5		
Actividad 3: Filtrado	19.3			
Incluir el licor	16.2	16.2		
agitar la tela de organiza	3.1	3.1		
Actividad 4 :Transporte de las botellas	9.2			
Transporte de la botellas	9.2		9.2	S/. 1.01
Actividad 5: Hervido del agua	31.5			
Poner las ollas en la cocina	1		1	S/. 0.11
Llenar las ollas con agua usando una jarra	1.3	1.3		
Coger el encendedor	0.5		0.5	S/. 0.06
Encender la cocina	0.2	0.2		
Dejar hervir el agua	28.5	28.5		
Actividad 6: Desinfección de las botellas	22.1			
Lavar las botellas	14.1		14.1	S/. 1.55
Ecurrir botellas	8		8	S/. 0.88
Actividad 7: Transporte de la esencia	12.1			
Transporte de la esencia al área de homogenizado	4.6		4.6	S/. 0.51
cargar la leche	1.7		1.7	S/. 0.19
Desplazamiento	5.8		5.8	S/. 0.64
Actividad 8: Homogenizado licor y leche	13.4			
Abrir las latas	3.4		3.4	S/. 0.37
Vaciar la leche al balde	8	8		
Remover	2	2		
Actividad 9: Verificación y encendido de la bomba	0.5			
Verificación de presión	0.4		0.4	S/. 0.04
Encendido de la bomba	0.1		0.4	S/. 0.01
Actividad 10: Envasado	124.3			
Encendido de la llenadora	5.6		5.6	S/0.7
Espera y verificación de la válvula	10		10	S/1

Llenado (cargar manual de botellas a la llenadora)	63.25	63.25		
Transporte hacia la selladora	19.35		19.35	S/2.13
T. Sellado	18	18		
Traslado al área de empaque	8.1		8.1	S/. 0.89
Actividad 11: Verificación de la calidad	10			
Verificación del envasado y sellado	5		5	S/. 0.55
Reproceso	5		5	S/. 0.55
Actividad 12: Etiquetado	31.1			
Transporte de las etiquetas del almacén al área de etiquetado	7.5		7.5	S/. 0.83
Despegar las etiquetas delanteras y pegarlas	13.6	13.6		
Despegar las etiquetas traseras	13.5	13.5		
Actividad 13: Empaque	10.2			
Transporte de las cajas del almacén al área de empaquetado	2.3		2.3	S/. 0.25
Armar las cajas	3.3	3.3		
Colocar las botellas en las cajas	2.8	2.8		
Sellar las cajas	1.8	1.8		
Actividad 14: Traslado a almacén de PT	6.2			
Desplazamiento	6.2		6.2	S/. 0.68
TOTAL	308.5	198.7	109.76	12.42

Elaboración propia

El cálculo de los tiempos de las actividades sin valor agregado se realizó para un lote de 96 botellas, sin embargo en el desarrollo del VSM actual estos valores se dividen entre 96 para obtener el tiempo de actividades sin valor por cada botella,

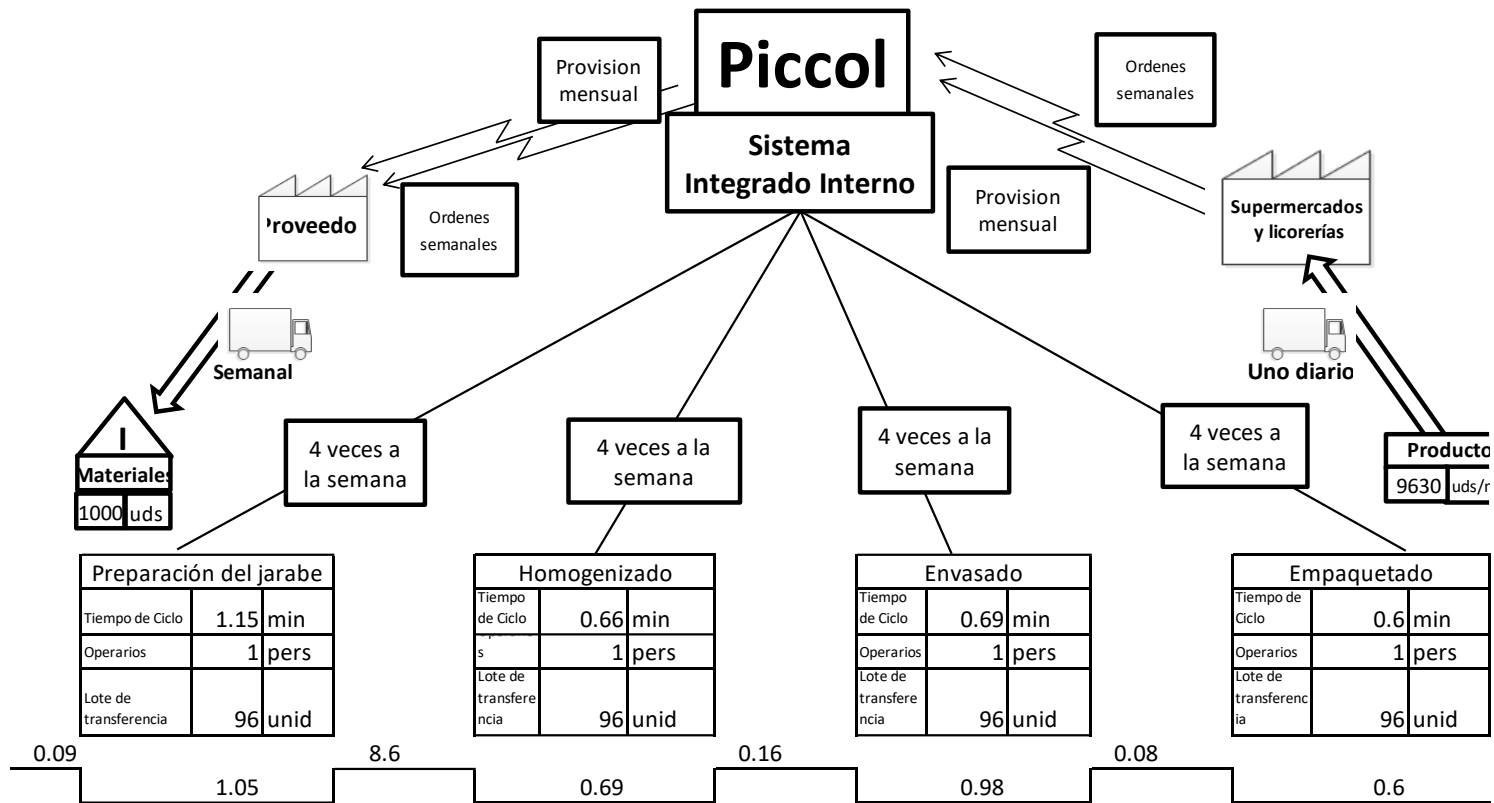


Figura N° 27: El VSM actual muestra que la línea está desbalanceada. El cuello de botella es el área envasado, se aplicarán otras herramientas de Lean Manufacturing que se definieron en el punto anterior, para mejorar los cuellos de botella. El objetivo es comparar y determinar la mejora en base a la diferencia de indicadores de producción y productividad.

3.3.2.1. Balance de Líneas

El método utilizado para balancear una línea de producción, en base a lo señalado por según López et al, 2011, es el siguiente:

1. Cronometrar actividades
2. Aplicar fórmula para determinar el tamaño de muestra.
3. Calcular el Takt Time (Ritmo al cuál un producto debe ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente).
4. Obtener el promedio entre el tiempo más alto y el tiempo más bajo de cada operación.
5. Graficar promedios y takt time.
6. Ajustar (unificar o separar) todas las operaciones necesarias del proceso en base al tiempo del takt time.

$$Takt\ time = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Demanda del cliente}}$$

7. Obtener el tiempo estandar de cada operación.
8. Graficar tiempo estandar y takt time.
9. Una vez balanceada la línea, se calcula la productividad del “antes” y el “después”, para determinar en qué porcentaje aumentó la productividad.

$$Productividad = \frac{\text{Salidas (unidades)}}{(\text{Número de personas} * \text{Jornada})}$$

El primer paso (cronometrar actividades y aplicar la fórmula del número de muestras a cronometrar) se detalló al inicio del capítulo anterior, donde se tomó el tiempo (3 muestras) para cada actividad representado en segundos, en la tabla 6 se muestran las 5 operaciones que fueron cronometradas en la línea de producción de cocktails de 750 ml, cada una de esas operaciones fueron realizadas por operadores capacitados. Una vez que fueron cronometradas todas las actividades, se prosiguió a obtener el promedio de cada una de ellas.

En el paso 3 se calcula el takt time, este se obtiene dividiendo el tiempo disponible con el que cuenta la empresa entre la demanda del cliente. Dicho resultado nos señalará el tiempo máximo que el operador debe trabajar la pieza antes de pasarla al siguiente operador, es decir, el tiempo máximo que la pieza debe durar en cada operación o actividad.

Por su parte, a fin de calcular el takt time, se hacen los cálculos correspondientes para un mes. Para ello se dividió el total de minutos trabajados en un mes (10,800 minutos), entre el total de botellas que deben de salir mensuales para cumplir la demanda de 9,630 botellas de 750 ml al mes.

1° Demanda.

Tabla N° 31

Demanda.

CIUDADES	Demanda 2018 (botellas/mes)		
	500 ml	750 ml	Ambas presentaciones
Lambayeque	489	1956	2445
Piura	70	279	349
Sullana	28	112	140
Trujillo	56	224	280
Cajamarca	21	84	105
Chimbote	35	140	175
Lima	2189	6835	9024
TOTAL	2888	9630	12518

Fuente: A. Esquen, R. Sánchez, V. Schutt & J. Torres (2016)

Elaboración Propia

2° Takt – Time

Tabla N° 32

Takt time.

DATOS	
Demanda 2018	9630 botellas
Días Trabajados al Mes	20 días
Horas Trabajadas Al Dia	8 h
Horas al Mes	160 h
Minutos al Mes	9600 min

Elaboración Propia

$$Takt\ time = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Demanda del cliente}} = \frac{9600}{9630}$$

$$Takt\ time = 0.99\ \text{min por botella}$$

Al obtener estos promedios, se prosiguió con el paso 5 donde se realizó una gráfica con los tiempos promedio y el takt time.

Tabla N° 33

Resumen Tiempo promedio por operación.

Actividad del Proceso	Tiempo prom. (TP)	TP Por botella
A. Preparación de la esencia	110.10	1.15
B. Desinfección de botellas	63.2	0.66
C. Homogenizado	66.32	0.69
D. Envasado	117.07	1.22
E. Empaquetado	57.70	0.60
TOTAL	414.35	4.32

Elaboración Propia

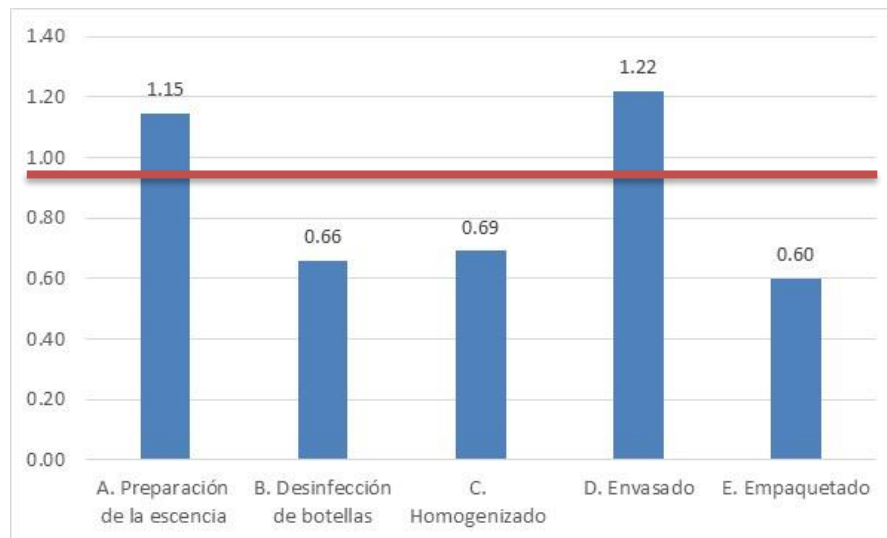


Figura N° 28: Se observa que hay un cuello de botella, lo que genera mayores costos ya que el ritmo de la línea de producción lo marca esta actividad, por lo que se prosiguió a separar o unificar actividades para que se ajustaran al takt time y así eliminar el mayor tiempo posible de ocio.

Al realizar la sumatoria de los tiempos de las actividades unificadas (Tabla N° 28), se aplicaron tolerancias del 12% y una calificación de la actuación, al realizar esto, se obtuvo el tiempo estándar para cada operación (paso 6) por lo que se prosiguió a hacer una gráfica con estos datos que se pueden apreciar en la figura N°37 (paso 7).

Estandarización del Proceso:

- Tiempo Normal del proceso

Posteriormente a la toma de tiempo promedio para cada operación, calculamos el tiempo normal, el cual representa el tiempo normal que demora un operario común trabajando a ritmo cómodo en producir una unidad, usando la siguiente fórmula:

- Factor de calificación

La calificación de 1 que utiliza Industrias y Negocios Piccoli se obtiene del Sistema Westinghouse. Este sistema utiliza una constante de 1 sumándosele las diferentes calificaciones, sin embargo, las calificaciones que utiliza Industrias y Negocios Piccoli son regulares, por lo que la suma es del 0%, quedando como resultado 1.

- Factor suplementario o tolerancia

Las tolerancias se obtuvieron basadas en La Organización Internacional del Trabajo- OIT, quien publica la tabla de tolerancia típica a considerar según sea el caso, de las cuales se consideró solo tres tolerancias y sus respectivos rangos de aplicaciones, las cuales se involucran con el tipo de trabajo realizado en el proceso de producción: Estas son: Necesidades personales 5%, Fatiga 4% e Improvistos 3%., obteniendo así:

FS= 12%

- Tiempo estándar

Con los datos recogidos y determinados se puede calcular el tiempo estándar, el cual se define como el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado y trabajando a un ritmo normal lleva a cabo una actividad u operación. En este caso lo se calculará sumando los Tiempos Estándares de las actividades que conforman el proceso; de esa manera ya que el tiempo de cada actividad varía por sus propias razones, ya sea por el tamaño, el peso, eventos controlados por el operario, por la máquina, etc.

Para determinar el estudio de tiempo y movimiento hemos establecido los siguientes datos fijados en las tablas.

$$\text{Tiempo estándar} = \text{tiempo normal} * \text{valor de la actualización} * \% \text{ de tolerancia}$$

Tabla N° 34

Cálculo del tiempo estándar

Actividad del Proceso	Tiempo prom. (TP)	Tiempo prom. x botella	Tiempo normal (TN)	Tiempo estandar (TE)	Tiempo estandar (TE) Por botella
A. Preparación de la escencia					
A. Traslado de la materia prima e insumos de almacén a planta	8.97	0.09	10.85	12.33	0.13
B. Hervido del agua	31.27	0.33	37.83	42.99	0.45
C. Mezcla del Agua, el azúcar y canela	19.60	0.20	23.72	26.95	0.28
D. Homogenizado con el algarrobina y el clavo de olor	19.27	0.20	23.31	26.49	0.28
E. Colado	17.97	0.19	21.74	24.70	0.26
F. Inspección de la crema	0.60	0.01	0.73	0.83	0.01
G. Traslado al Almacén de cremas	12.43	0.13	15.04	17.10	0.18
Sub Total	110.10	1.15	133.22	151.39	1.58
H. Almacenado de producto en proceso	813.33	8.47	984.13	1118.33	11.65
B. Desinfección de botellas					
L. Transporte de botellas	9.2	0.10	11.13	12.65	0.13
M. Hervido del agua	31.8	0.33	38.52	43.77	0.46
N. Desinfección de las botellas	22.1	0.23	26.78	30.43	0.32
Sub Total	63.2	0.66	76.43	86.85	0.90
C. Homogenizado					
I. Transporte aguardiente y la vainilla	7.67	0.08	9.28	10.54	0.11
J. Preparación del licor	13.37	0.14	16.17	18.38	0.19
K. Filtrado	19.27	0.20	23.31	26.49	0.28
Ñ. Traslado al área de Homogenizado	12.13	0.13	14.68	16.68	0.17
O. Homogenizado con la leche, el licor	13.43	0.14	16.25	18.47	0.19
P. Verificación de calidad	0.45	0.00	0.54	0.62	0.01
Sub Total	66.32	0.69	80.24	91.19	0.95
D. Envasado					
Q. Transporte hacia el área de envasado	15.33	0.16	18.55	21.08	0.22
R. Llenado	60.65	0.63	73.39	83.39	0.87
S Transporte hacia la selladora	16.05	0.17	19.42	22.07	0.23
T. Sellado	17.50	0.18	21.18	24.06	0.25
U. Traslado al área de empaque	7.53	0.08	9.12	10.36	0.11
Sub Total	117.07	1.22	141.65	160.97	1.68
E. Etiquetado					
V. Verificación de la Calidad	10.03	0.10	12.14	13.80	0.14
W. Etiquetado	31.23	0.33	37.79	42.95	0.45
X. Empaque	10.23	0.11	12.38	14.07	0.15
Y. Traslado al almacén de producto terminado	6.20	0.06	7.50	8.53	0.09
Sub Total	57.70	0.60	69.82	79.34	0.83
Total	1227.68	12.79	1485.50	1688.06	17.58

Elaboración propia

En la tabla N° 28 observamos los tiempos estándar de las 04 operaciones del proceso, como también el tiempo estándar de 18 elementos y el tiempo estándar total del proceso de producción del cocktail de algarrobina de 750 ml, tanto por lote que es 418 minutos , como por botella, que es 436 minutos.

Tabla N° 35

Resumen Tiempo Estándar por operación.

Actividad del Proceso	Tiempo prom. (TP)	Tiempo normal (TN)	Tiempo estándar (TE)	TE Por botella Operaciones
A. Desinfección de botellas	70.83	85.71	97.40	1.01
B. Homogenizado	73.98	89.5	101.7	1.1
C. Envasado	76.70	92.81	105.46	1.10
D. Empaquetado	80.40	97.28	110.55	1.15
				1.5

Elaboración propia

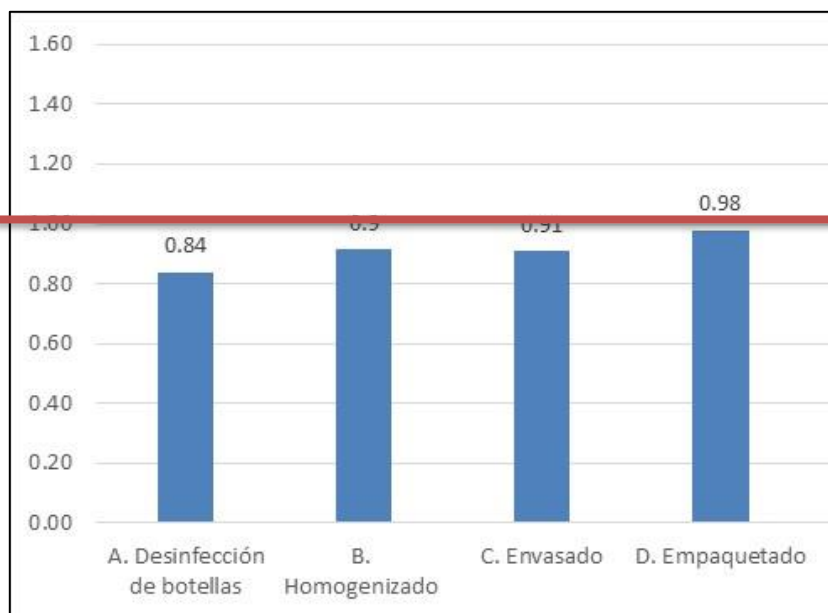


Figura N° 29 Tiempo por estándar para la línea de producción de coctails Piccoli balanceado (cada actividad realizada por un operador).

El último paso para el balanceo, consiste en comparar la productividad de la línea, antes y después de ser balanceada, con la intención de conocer el porcentaje de aumento de productividad.

El tiempo de ciclo de la producción de un lote de 96 botellas de producto terminado era de 1.22 min (117.07 min. por lote) correspondiente a la actividad de envasado. La cantidad de botellas fabricados en un día (8 horas x 60 min):

$$producción = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{ciclo}} = \frac{tb}{c}$$

$$producción = \frac{480}{1.22} = 393$$

El tiempo de ciclo de la producción de un lote de 96 botellas de producto terminado será de 0.98 min (87.16 min. por lote) correspondiente a la actividad de empaque. La cantidad de fabricadas fabricados en un día (8 horas x 60 min):

$$producción = \frac{480}{0.98} = 489$$

Indicadores del proceso de elaboración de cocktails

- Producción: 489 botellas al día
- Cuello de botella: 0.98 min
- Productividad de Mano de Obra: 122.25 botellas. día/operario
- Producción Total (en 20 días): 9780 botellas al mes

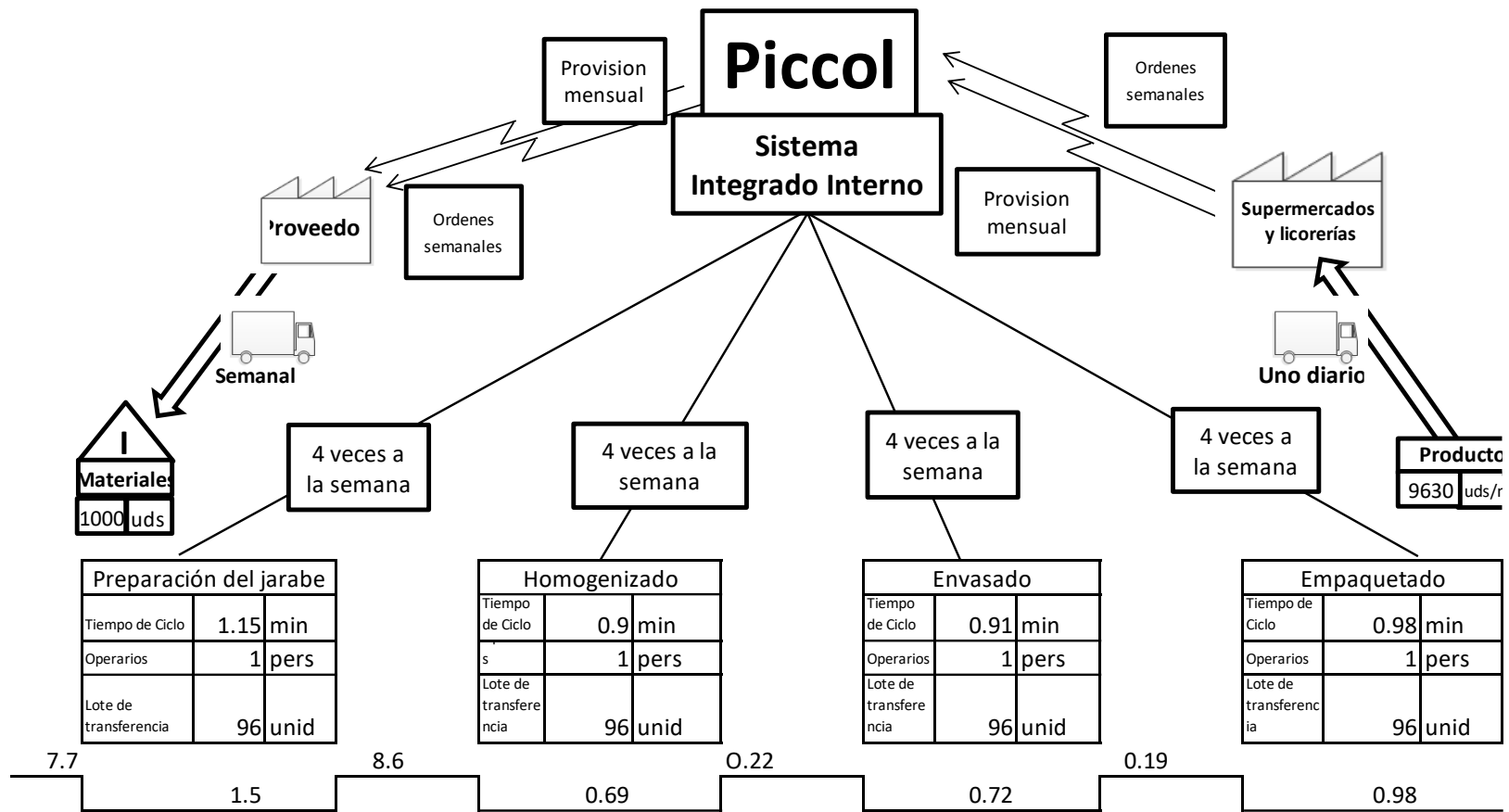


Figura N° 30: En la figura del VSM Futuro se puede observar que las operaciones desde el homogenizado hasta el empaquetado, están balanceadas, sin embargo, la operación de la preparación del jarabe es el nuevo cuello de botella, además las actividades con valor agregado entre la preparación del jarabe y la homogenización (enfriamiento y transporte) son muy elevadas, por lo que a continuación se desarrollarán herramientas para eliminar o reducir estos problemas.

3.3.4. Causa 3 : Esencia demora en enfriar

3.3.4.1. Análisis con la herramienta TIS

Una vez registrada toda la información en el capítulo de diagnóstico esta herramienta nos permitirá encontrar una forma mejor de trabajo para el proceso de preparación de la esencia o jarabe.

¿Qué se hace?

Se producen en días separados la esencia y el resto del proceso que implica el uso de leche. Se deja enfriar la esencia a temperatura ambiente

¿Por qué se hace?

Porque la leche en contacto con el calor puede afectar las características físicas del producto.

¿Dónde lo hace?

Se hace en un solo ambiente de producción, por el es espacio de la fábrica que es reducido.

¿Cuándo lo hace?

La preparación de la esencia se hace solo los días sábados y lunes.

¿Por qué le hace en ese momento?

Porque los otros días los utilizan para hacer a mezcla de la leche y el resto de insumo.

¿Quién lo hace?

La producción de esencias lo hace 1 operario que trabaja todo el día lunes y sábado y el resto de los días de la semana se dedica a la desinfección de las botellas.

¿Cómo se hace?

El operario utiliza una cocina semi industrial y en ollas mezcla los insumos para reparar la esencia y tiene que mover. Luego se pasa a tanque de acero inoxidable y lo deja enfriar a temperatura ambiente,

¿Por qué se hace de ese modo?

Al realizar la consulta respondieron que el proceso lo hace la dueña de la empresa ya es tradición familiar.

¿De qué otro modo se podría hacer?

Es necesario reducir el tiempo de enfriamiento de la esencia y optimizar el tiempo de cocción.

Se podría hacer con marmita pequeña para porque procese 75 litros por lote una tina porque estos equipos se pueden mandar a hacer de tal modo que no superen el tak time y se acoplen al resto del proceso. Con ello se eliminaría la demora del enfriamiento y permitiría producir en línea de producción desde la primera hasta la última operación todos los días de la semana.

¿Cómo debería hacerse?

Estos problemas se puede solucionar con la incorporación al proceso de una marmita emulsionadora con chaqueta térmica y sistema de frío por agua . Logrando con ello eliminar las limitaciones para el escalamiento de la empresa que son el elevado tiempo de enfriamiento que no permite tener una línea de producción balanceada desde la primera hasta la última actividad. Con un sistema de frío se puede hacer en enfriamiento de las esencias de 12 horas a 30 min.

- Descripción del Nuevo Sistema de Producción
- Sistema de Producción

La empresa Industrias y Negocios Piccoli SRL debe implementar en su línea de producción una marmita para la cocción para la esencia, fundamentada en la investigación de V. Manrique (2015), que realizó un análisis de las ventajas del uso esta tecnología , se determinó que es la mejor opción porque garantiza de disponibilidad de calor de manera más rápida y sobretodo porque aísla el calor del proceso, del ambiente, permitiendo realizar el

proceso de homogenizado y demás procesos en los que interviene la leche sin que se produzca una contaminación cruzada y se deteriore la composición del cocktail.

Para hacer efectivo el proceso de homogenización, la marmita cuenta con un sistema de emulsión y filtro, que es un agitador activado por un motor- reductor que funciona como una especie de batidora con la aceleración controlada, de esta manera además de ahorrarnos el trabajo de una persona moviendo la mezcla con una paleta también optimizamos el homogenizado de la esencia agregándole mayor calidad y más tiempo de vida útil al cocktail.



Figura N° 31: Modelo de referencia- marmita proporcionado por la empresa Industrias del Acero Decor (2018).

Una vez terminada la cocción, la esencia, que está aproximadamente a 120°C se bolca a una tina de refrigeración. Es ahí donde se activa el sistema de enfriamiento. La esencia se debe enfriar entre unos 23 a 28 °C en un intercambiador de calor de placas que utiliza agua y/o agua glicolada, compuesto por una tina con chaqueta, un tanque Rotoplás, una bomba centrífuga y tubería de interconexión. De manera similar que en la marmita, el agua fría circula por la chaqueta acelerando el proceso de enfriamiento de la esencia. El agua de enfriamiento se introduce al intercambiador de calor de placas previo paso por un sistema de enfriamiento por intercambio directo o a través de una torre de refrigeración, luego el agua entrante, a la temperatura adecuada se calienta hasta una temperatura de 75°C – 85°C. Posteriormente pasa a la torre de refrigeración donde se vuelve a enfriar y recircula, por eso lo llamamos circuito cerrado.

La empresa Industrias y Negocios Piccoli SRL debe implementar en su línea de producción una tina de refrigeración con sistema de refrigeración húmedo con circuito cerrado, fundamentada en la investigación de la Canales, C. (2005), que realizó un análisis valorativo comparando diferentes sistemas de refrigeración, se determinó que un sistema húmedo con circuito cerrado es la mejor opción por la eficiencia en el uso del agua, el menor costo, su eficacia en el enfriamiento, considerando que es una empresa de tamaño pequeño.



Figura 32 : Modelo de referencia de la Tina de Refrigeración, proporcionado por la empresa C & J Enguneers Solutions

Una vez fría la esencia, se procede a añadir el aguardiente y la leche. Logrando con ello eliminar las limitaciones para el escalamiento de la empresa que son el elevado tiempo de enfriamiento que no permite tener una línea de producción balanceada. Con un sistema de frío se puede acelerar el proceso de preparación de las esencias de 110 min a 60 min por lote y el enfriamiento de las esencias de 12 horas a 30 min. Es decir todo el proceso de preparación de la esencia sería 90 minutos, 0.937 min/botella.

- Insumos

Para la fabricación del cocktail descrito se requiere los siguientes materiales:

- | | |
|------------------|-------------|
| ✓ Agua tratada | : 2 litros |
| ✓ Azúcar de caña | : 10 kg |
| ✓ Algarrobina | : 2 litros |
| ✓ Leche | : 38 litros |

- ✓ Aguardiente : 20 litros
- ✓ Canela : 36 gramos
- ✓ Clavo de olor : 36 gramos
- ✓ Vainilla : 30 gramos

- Mano de obra
 - 1 Operador para la marmita.
- Materiales y herramientas

Marmita, capacidad 150 litros, con las siguientes características:

- ✓ Sistema Volcable con agitador automático
- ✓ Chaqueta de 4 milímetros para aceite térmico o agua, cuanta con Moto reductor 2 HP.
- ✓ Quemador a gas. Válvula de presión y termómetro
- ✓ Trabaja a 30 PSI
- ✓ Acero Inox 304 2B, en toda la estructura visible y no visible.
- ✓ Interior y exterior de la marmita terminados en acabados sanitarios.
- ✓ Patas de acero inoxidable
- ✓ Fabricado bajo estándar ASME

Una tina de refrigeración, capacidad 250, con las siguientes características:

- ✓ Fabricada en Acero Inoxidable.
- ✓ Chaqueta para agua fría.
- ✓ Sistema de recirculación de agua en la chaqueta, compuesto por un tanque pulmón, una bomba centrífuga y tuberías de interconexión.
- ✓ **Bomba centrífuga sanitaria con las siguientes características:**

Sistema de filtro:

- ✓ 2” de diámetro.
 - ✓ Acero Inox
 - ✓ Acabado sanitario para retención de sólidos suspendidos en el proceso.
 - ✓ Incluye resorte sanitario, unión clam y filtro de organiza y una bomba de proceso.
- Suministros

El principal suministro es el gas butano, que sirve para cocinar las ecencias, también se utiliza el agua para el sistema de enfriamiento y para el caldero.

3.3.4.2. Descripción de las actividades del sistema de producción

- **Preparación de la crema de algarrobina**

Se solicitan los insumos para la producción y se trasladan al área de producción según la receta. El operario enciende el caldero, se carga de agua a la marmita para el jarabe . en la marmita se hierve agua en **10 minutos. Se añade el** azúcar de caña y la canela con el dosificador. La remoción del agua, el azúcar y junto a la canela se hace

con el sistema emulsionador. Posteriormente se deberán agregar las proporciones correspondientes de algarrobina y clavo de olor donde se realizará el mezclado hasta lograr la completa disolución del azúcar y el algarrobina, Mientras va recirculando el jarabe se filtra con colador ubicado en la parte interior de la marmita de tal modo que las partículas de canela y otras queden atrapadas en el filtro y finalmente la esencia desemboca en la tina se vierte.

- **Enfriado**

La esencia llega a la tina de refrigeración de 150 litros. Se enciende el agitador y el chiller de enfriamiento. **Espera 30 minutos** para que el jarabe llegue a 23 a 28 °C en un intercambiador de calor de placas que utiliza agua y/o agua glicolada.

Estos equipos, una vez adquiridos eliminarán el cuello de botella actual, que es la preparación de la esencia y reducirán el prolongado tiempo de espera de enfriamiento permitiendo hacer un balance de líneas ya que una de las condiciones para hacer un Balance Líneas es que los tiempos de cada operación sean aproximadamente iguales. Con estos equipos y el balance de línea que se utilizó líneas arriba, la empresa Industrias y Negocios Piccoli podrá atender a la demanda en Lima. Cubriría la demanda total de 9, 630 botellas al mes .

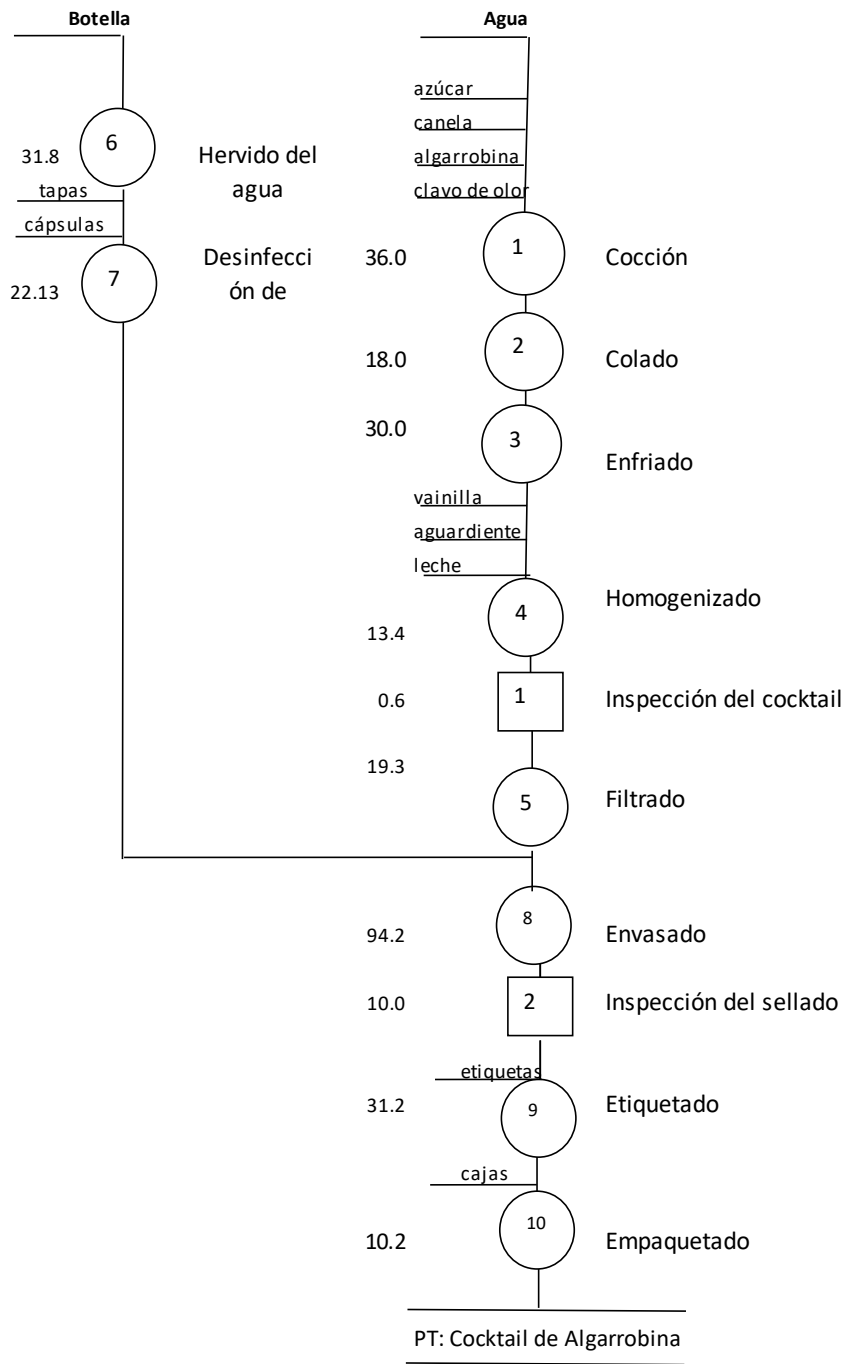


Figura N° 33: Esta figura muestra el Diagrama de operaciones del proceso preparación de lote de 96 botellas con la implementación de la marmita y la tina de refrigeración.

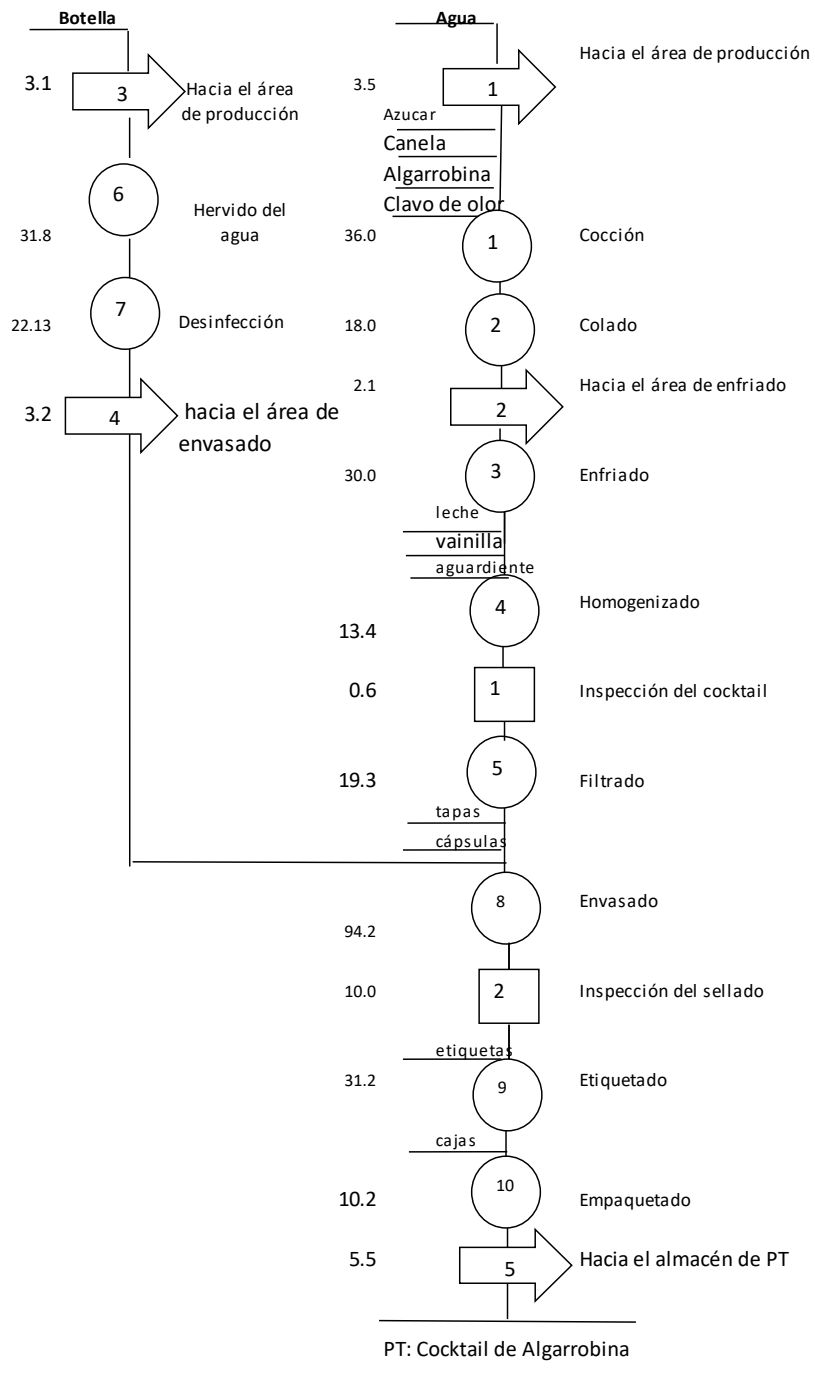


Figura N° 34: Esta figura muestra el Diagrama de análisis del proceso de elaboración de cocktails lote de 96 botellas (en minutos) una vez implementada la marmita y tima de refrigeración , con lo cual ya no se divide el proceso, sino que sigue un único flujo.

3.3.5. Causa 4 : Inadecuado Diseño de Planta

Para comenzar el desarrollo de los tiempos con la implementación de la nueva tecnología en la planta, se calculó el área que dispondrá esta, para luego a través de ella determinar la distribución de las áreas necesarias equilibrando los tiempos de operación con el balance de líneas y reduciendo al mínimo los tiempos innecesarios. Una vez que el área fue determinada y las máquinas distribuidas según el sistema de producción, se procedió a calcular los tiempos del proceso.

a. Distribución de las Instalaciones implementando la marmita.

Para adoptar la marmita y la tina de refrigeración en la empresa, se inició determinando la mejor distribución de las instalaciones, que implica determinar la ubicación de las áreas existentes en la empresa, en cuanto a los grupos de trabajo dentro de las áreas de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los puntos de mantenimiento de las existencias dentro de las instalaciones de producción.

El objetivo de la distribución fue organizar esos elementos de una manera tal que se garantice el flujo de trabajo uniforme, teniendo como componentes de la decisión lo siguiente.

- La especificación de los objetivos y criterios correspondientes que se deben utilizar para evaluar el diseño. La cantidad de espacio requerida y la distancia que debe ser recorrida entre los elementos de la distribución, son criterios básicos comunes.
- Los requisitos de procesamiento en términos del número de operaciones y la cantidad de flujo entre los elementos de la distribución.
- Los requisitos de espacio para los elementos de la distribución.
- La disponibilidad de espacio dentro de las instalaciones, si estas son nuevas, las posibles configuraciones del edificio.

Se analizó la forma en que se desarrollan las distribuciones bajo diferentes formatos o estructuras de flujo de trabajo, utilizando técnicas cuantitativas, y se aplicó el arreglo físico por procedimiento, que básicamente es el reagrupamiento de las máquinas y los equipos en función de sus características técnicas. El producto se desplaza de un lugar a otro, de acuerdo a las etapas o procesos de fabricación.

b. Espacio físico del taller

Ubicamos adecuadamente los equipos de fabricación de acuerdo a sus características; que sabiendo el número de equipos o maquinarias, se pudo evaluar las necesidades de espacio requerido para su ubicación. Para este procedimiento se utilizó el método de Guerchet, que consiste en la evaluación del espacio físico, para tener una aproximación al área requerida. Para esto se listan las maquinarias y el total de trabajadores, que se requieren para la fabricación, como se muestra a continuación:

Tabla N° 36

Maquinarías y trabajadores para el proceso de producción

Etapas de proceso	Maquinarías - Equipos- Muebles- Trabajadores Iniciales	N° de elementos (n)	Maquinarías - Equipos- Muebles- Trabajadores propuestos	N° de elementos (n)
A. Preparación de la esencia	cocina industrial	1	Marmita y caldero	1
B. Desinfección de botellas			cocina industrial Tina de refrigeración y tanque rotoplas	1
C. Homogenizado	Tanque cilindros	1 10		1
D. Envasado	Llenadora Selladora	1 1	Llenadora Selladora	1 1
E. Empaquetado				1
Todo el proceso	Trabajadores	4	Trabajadores	4

Elaboración propia

- Cálculo de las superficies de distribución

Ya asignado el número de máquinas y trabajadores, se formularon las estaciones de trabajo y se determinó por el método de Gerchet las áreas requeridas.

Este método basado en el cálculo considera tres áreas para la determinación del área o superficie total como son:

Área o superficie estática (S_s): Es el área neta correspondiente a cada elemento que se va a ubicar en el taller o sala de procesos.

Área o superficie gravitacional (S_g): La manipulación de la máquina y los materiales que se están procesando se determina multiplicando la superficie estática por el número de lados que se utiliza en la máquina o equipo.

Área o superficie de evolución (S_e): Es el área reservada para el desplazamiento del material y el personal entre las estaciones o secciones. Se determina multiplicando el coeficiente K por la suma de las áreas o superficie estática y gravitacional.

$$S_e = (S_s + S_g) K$$

La constante K se determina de la siguiente manera:

$$K = 0.5 \cdot h_m / h_f$$

h_m = altura promedio de los elementos que se mueven dentro de la planta.

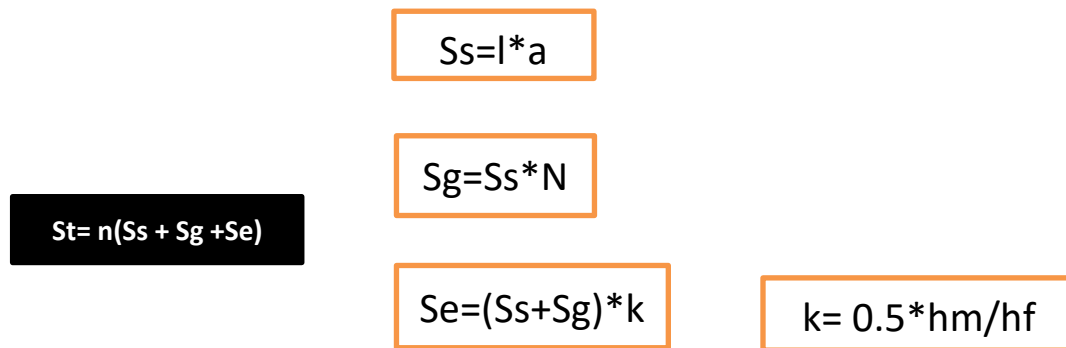
$2h_f$ = altura promedio de los elementos que no se desplazan y que permanecen fijos en la sala de procedimiento.

Área o superficie total (S_T): Es el área y está determinada por:

$$S_T = S_s + S_g + S_e$$

Área requerida (Sr): Es la superficie total más un margen de seguridad. El cálculo de área para el proyecto se determinó por el metodo

Calculo para hallar la superficie total – operarios y maquinas



St	Superficie total
n	Cantidad de elementos requeridos
Ss	Superficie estática
N	Numero de lados utilizados
Sg	Superficie gravitacional
Se	Superficie evolutiva
K	Coefficiente de superficie evolutiva
hm	Promedio de alturas de equipos móviles
hf	Promedio de alturas de equipos fijos

Tabla N^o 37

Calculo de áreas

	n	N	Radio r	Largo (L)	Ancho (A)	Ss	Sg	Altura (h)	hm	hf	k	Se	St
Elementos móviles													
operarios	4					0.5		1.65					
Elementos fijos													
Marmita	1	2	0.4	0	0	0.5	1	0.8				2	3.5
Tina de refrigeración	1	4	0	0.8	0.6	0.48	1.92	0.4	1.65	0.6	1.37	3.3	5.7
Llenadora	1	1	0	0.8	0.4	0.32	0.32	0.8				0.9	1.54
Selladora	1	1	0	0.2	0.2	0.04	0.04	0.4				0.1	0.18
Bomba centrífuga	1	1	0	0.2	0.2	0.04	0.04	0.3				0.1	0.18
Tanque	1	2	0.4	0	0	0.5	1	0.9				2.1	3.6
SUPERFICIE TOTAL												15 m ²	

Fuente: Diaz, Jarufe y Noriega (2013)

Elaboracion propia

SUPERFICIE PROPUESTA

Largo (L) : 3 m

Ancho (A): 5 m

AREA: 15 m²

c. Distribución de la planta

Trata de la ordenación física de los elementos presentes en la empresa. Este orden, ya practicado incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal del taller. Para ello se aplicó el método de Muther o SLP (Systematic Layout Planning).

El objetivo fue hallar una ordenación de las áreas de trabajo, y el equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo más segura y satisfactoria para los colaboradores en bien de la empresa. Tenemos como ventajas.

- Disminución de la distancia a recorrer por los materiales, herramientas y operarios.
 - Circulación adecuada para el personal, equipos móviles, materiales, etc.
 - Utilización efectiva del espacio disponible, según la necesidad.
 - Seguridad del personal y disminución de accidentes.
 - Disminución del tiempo de fabricación.
 - Incremento de la productividad y disminución de los costos.
- Método de planeación sistemática de la distribución (SLP).

Este método implicó el desarrollo de una gráfica de relación que muestra el grado de importancia de tener cada área localizada en forma adyacente a cada una de las otras áreas. Para ello se procedió de la siguiente forma.

- Se construyó una matriz diagonal y se anotó los datos correspondientes a nombre y espacio ocupado por el área.
- Se llenó cada uno de los cuadros ocupados por la matriz con la letra del código de proximidades que se consideró más acorde con las necesidades de la cercanía entre las áreas.

- Se construyó un diagrama de hilo usando el valor de las líneas del código de proximidad, siendo la base para proponer la distribución.

Tabla N° 38

Valor de las líneas de código de proximidad

Valor	Cercanía	Líneas
A	Absolutamente necesaria	=====
E	Especialmente importante	=====
I	Importante	=====
O	Ordinario	=====
U	No importante	=====
X	Indeseable	=====

Fuente: Carlos Rojas (1996)

Para la distribución de nuestra planta se tomó en consideración las siguientes áreas necesarias para el proceso:

1. Área de oficinas
2. Área de desinfección
3. Área de cocción
4. Área de enfriado
5. Área de llenado
6. Área de sellado
7. Área de empaquetado
8. Área de almacén PT
9. Área de almacén MP
10. Área de almacén botellas
11. Vestuario

Se desarrolló el diagrama espacial de relaciones, constituyendo el diagrama de hilos y usando el valor de las líneas del código de proximidad

La selección de la prioridad se dio por los siguientes motivos :

Área de oficinas (1) y Área de almacén PT(8)

Área de oficinas (1) y Área de almacén botellas (10)

Área de oficinas (1) y Área de almacén MP (9)

Área de oficinas (1) y Vestuario (11)

Área de desinfección (2) y Área de empaquetado (7)

Área de desinfección (2) y Área de almacén botellas (10) Absolutamente necesaria, para eliminar tiempos incesarios

Área de cocción (3) y Área de enfriado (4) - Absolutamente necesaria, para seguir la línea de producción

Área de cocción (3) y Área de almacén MP (9)

Área de cocción (3) y Lavandería (12)

Área de enfriado (4) y Área de llenado (5) - Absolutamente necesaria, para seguir la línea de producción

Área de enfriado (4) y Lavandería (12)

Área de llenado (5) y Área de sellado (6) - Absolutamente necesaria, para seguir la línea de producción

Área de llenado (5) y Lavandería (12)

Área de sellado (6) y Área de empaquetado (7) - Absolutamente necesaria, para seguir la línea de producción

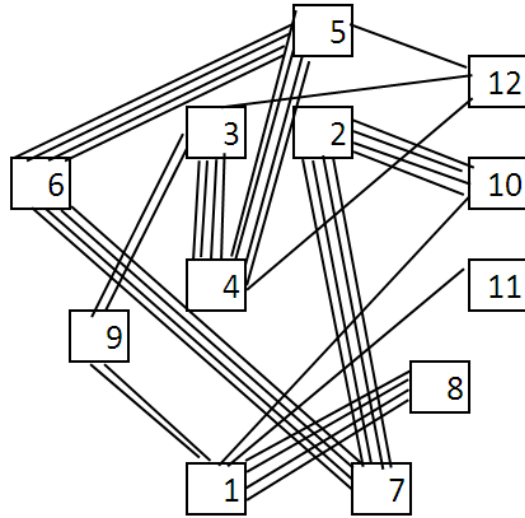


Figura N°36: Con el diagrama de Hilos se dio forma a la disposición óptima considerando las superficies y restricciones de espacio de cada área.

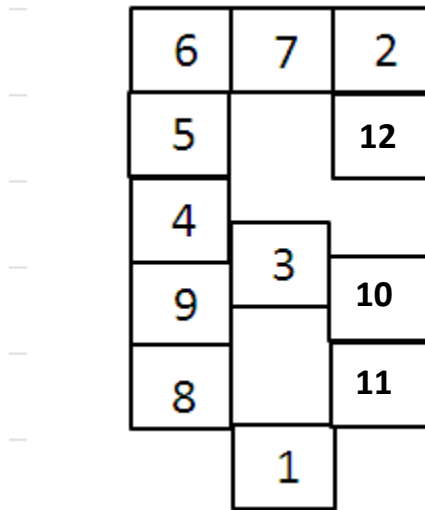


Figura N° 37. En la figura se muestra la disposición óptima de superficies según las restricciones.

d. Distribución Final de la planta

Se determinó que el espacio físico necesario para la instalación de la nueva maquinaria y equipos necesarios para el proceso utilizando una marmita y sistema de refrigeración es de 15.01 m².

Esta área se sumó a la ya existente para la fabricación de cocktails , y distribuir esta por áreas funcionales de proximidad según lo determinado por el método SLP utilizado.

En el siguiente gráfico podemos observar cómo queda la distribución de la áreas del taller:

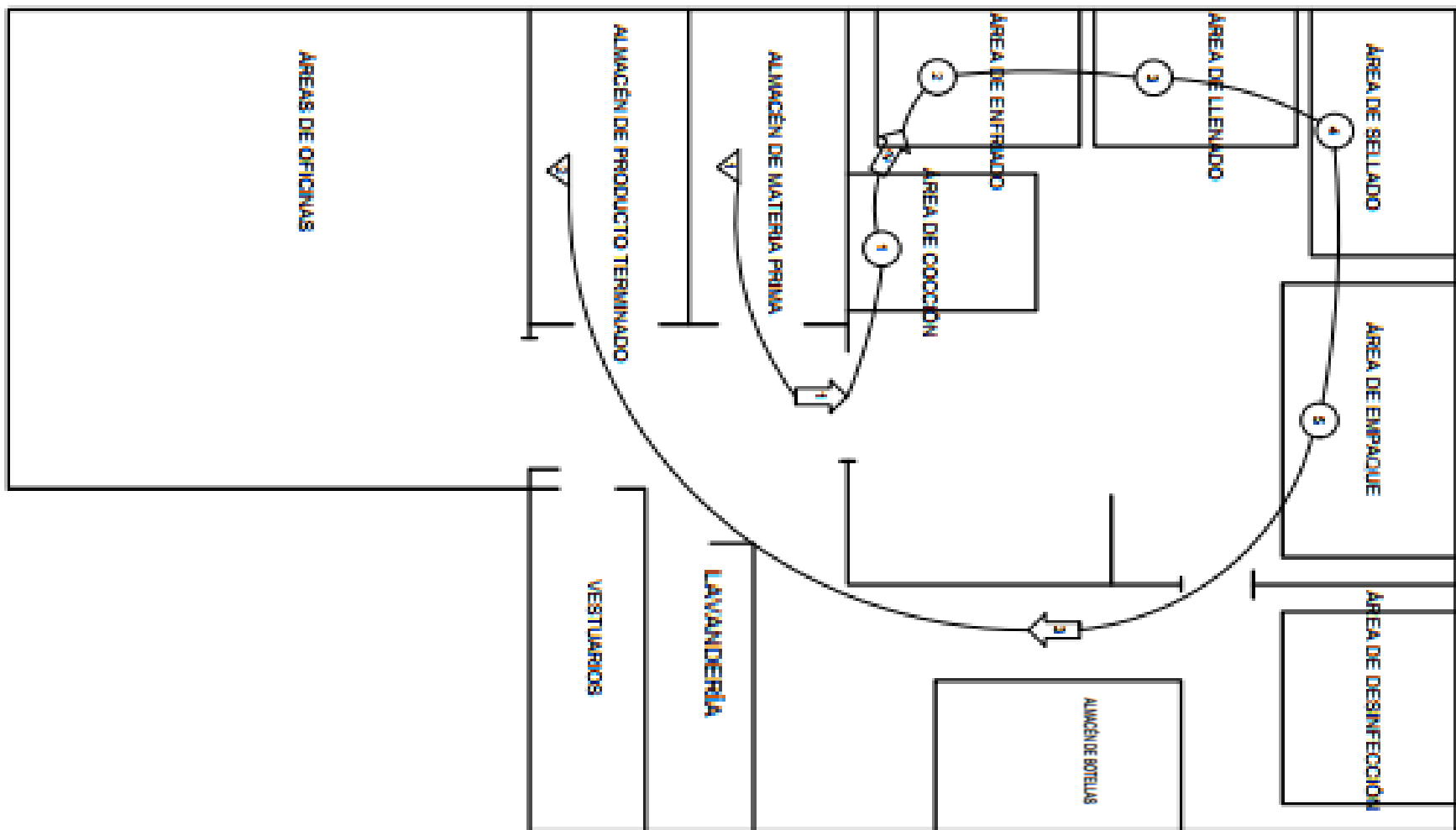


Figura N° 38 . Distribución de las áreas finales del proceso de fabricación de cocktails con la implementación de la marmita y sistema de frío. Con estas mejoras en la distribución de la planta se disminuye el tiempo de transporte de 77.8 min a 60.7 min .

3.4. Factibilidad Económica de la Propuesta

3.4.1. Beneficio:

La presente investigación tiene como uno de sus objetivos, resaltar los beneficios para la empresa Industrias y Negocios Piccoli de la implementación de las herramientas propuestas, a continuación se hará el cálculo de los beneficios económicos por la implementación de cada herramienta.

A. Value Stream Mapping y Balance de Líneas

Con la implementación del Value Stream Mapping y Balance de Líneas se logró reducir el cuello de botella en la etapa de preparación del licor en 0.24 min por botella.

1.22	min/botella
<u>0.98</u>	min/ botella
0.24	Diferencial min/botella
480	min/día = 8 horas efectivas/día X 60 min/hora
5760	min/sem = 480 min/día X 4 día/sem X 3 trab
4721.3	Botellas /sem = 5760 min/sem / 1.22 min/botella
<u>5877.6</u>	Botellas /sem = 5760 min/sem / 0.98 min/botella
1156.3	diferencial (botellas/sem)
5665.87	Beneficio (soles/sem) = 1156.3 botellas/sem X 4.9soles/botella
16997.61	soles/mes = 5665.87soles/sem X 3 sem/mes

El beneficio por la implementación del Value Stream Mapping y Balance de Líneas en la etapa de preparación del licor es de 16997.61 soles/mes ya que permitirá mejorar la productividad por operarios. Los mismos operarios producirán 1156.3 botellas más a la semana . En 6 meses el beneficio será de **101,985.66**

B. Análisis TIS e Implementación de nuevos equipos para el enfriamiento de la esencia

Con estos nuevos quipos se puede unir las dos etapas en un solo proceso ya que al eliminar la espera para el enfriamiento se puede hacer una línea de producción desde que ingresa en la materia prima hasta obtener el producto final.

Cabe aclarar que en el paso anterior no se balanceó la línea incluyendo la etapa de preparación de la esencia ya que esta etapa se iba a a modificar con la implementacion de los equipos . Se tenía que obtener primero a qué capacidad debían funcionar los nuevos equipos para que se alíne con el resto del proceso,

A continuación se calcula los beneficios pe la implementación de los nuevo equipos que permiten que los días lunes no tan soo se prepare la esencia, sino se pueda realzar todo el proceso, ganando así un día más de producción con la misma cantidad de operarios.

Beneficios renovación de equipos

	Actual	Futuro
días de producción a la semana	4	5
Producción N.º Botellas por día	489	489
Producción a la sem (botellas. Semana)	1956	2430
		9720
Producción mensual	7680	(Demanda 9630)
Utilidad Mensual	37632	47178
Diferencial	9555	soles/mes

El beneficio por la implementación de los nuevos equipos es de 9555 soles/mes. En 6 meses el beneficio será de 57330 soles.

C. Guerchet y SLP

Con la implementación de Guerchet y SLP que redujeron las distancias recorridas, por lo tanto se redujeron también los movimientos y transportes innecesarios. A continuación se muestra el cálculo del beneficio de la implementación de estas herramientas.

Tabla N° 39

Comparación de tiempos de transporte con la nueva redistribución

Actividad	Actual		Futuro	
	m2	min	m2	min
almacén MP - cocción (aguardiente y la vainilla)	3	7.7	2,7	6,93
cocción-almacén de esencia	2,5	12.4	0	0
almacén MP - cocción (aguardiente y la vainilla)	3	7.7	2,7	6.93
almacén de botella- desinfección	4	9.2	6	13.8
enfriado a homogenizado	2	12.1	0	0
llenadora- selladora	1	19.35	1	19.35
sellado-empaque	9	8.1	2	1.8
Almacén de etiquetas-empaque	9	7.5	2	1.6
Almacén de cajas-empaque	6	2.3	2	1
etiquetado-PT	2	6.2	5	15.5
TOTAL		92.55		59.98

Tabla N° 40

Reducción del tiempo de transporte en el cuello de botella

Actividad	Actual		Futuro	
	m2	min	m2	min
sellado-empaque	9	8.1	2	1.8
Almacén de etiquetas-empaque	9	7.5	2	1.6
Almacén de cajas-empaque	6	2.3	2	1
etiquetado-PT	2	6.2	5	15.5
TOTAL		24.1		19.9

Tiempos (en min)	
Actual	24.1
Propuesta	<u>19.9</u>
Diferencia	4.2
Ahorro por botella:	0.047min= 4.2 min/lote / 96 botellas
Producción por día	489 botellas
Ahorro por día	21.39 min/día= 489 botellas/día * 0.047 min
Ahorro por mes	427.87 min/mes= 21.39 min/día* 20 jornales/mes
Ahorro por operario al mes:	47 soles= 427.87 min/mes * 0.11 soles /min*operario
Ahorro al mes (5 operarios)	235 soles= 47 soles*5 operarios

En 6 meses se tiene un ahorro de: 235 soles X 6 = 1411.9

El beneficio por la implementación de las herramientas Guerchet y SLP es de 235 soles/mes. En 6 meses el beneficio será de 1411.9 soles en ahorro .

3.4.2. Costo:

A. Value Stream Mapping y Balance de Líneas

Una aproximación de la inversión total que se requerirá para poner en marcha las propuesta que mejorarán la productividad de la empresa Insutrias y Negocios Piccoli , se muestra a continuación . Se calculó la inversión y costos de cada una de las herramientas..

a. Costos adicionales de supervisor del área de producción

Tabla N° 41

Costo Adicional por Supervisor del área de producción

Puesto	Sueldo	Sueldo	Aportación	Gratificación	Gratificación	CTS	Total
	Mensual	Anual		ENE-JUN	JUL-DIC		
Supervisor	S/. 2,000	S/. 24,000	S/. 2,160	S/. 2,000.	S/. 2,000	S/. 2,666.	S/. 30,666.67
	S/. 2,000	S/. 24,000	S/. 2,160	S/. 2,000	S/. 2,000	S/. 2,666	S/. 30,666.67

Elaboración Propia

b. Inversión en Infraestructura

Tabla N° 42

Inversión en Infraestructura

Ítem	Cantidad	Unidad	Costo total
barra para poner las botellas llenas	1	800	800
Total costo de construcción			800

Elaboración propia

c. Costos adicionales de vestuario

Tabla N° 43

Costo de Vestuario De personal

Equipo para el personal	Cantidad	Unidad de medida	Costo	Total
Toca	1	paquete	14	14
Mandil	1	Und	10	10
Tapa boca	1	paquete	12	12
Pantalón	1	Und	35	35
Guardapolvo	1	Und	20	20
Botas	1	Und	25	25
Libreta	1	Und	1,5	1,5
TOTAL				116

Elaboración Propia

Total costo en 6 meses:

Personal	14,000.00
Infraestructura	800.00
Adiciones	116.00
Total Costo	14916.00

Los costos adicionales con la implementación del Value Stream Mapping y Balance de Líneas es de **14,916 soles en seis meses.**

B. Análisis TIS e Implementación de nuevos equipos para el enfriamiento de la esencia

a) Servicio

Tabla N° 44

Costos Adicionales de Servicios

Servicios	Cantidad	Unidad de medida	Costo	Toatal mes
Agua				37
Luz				87
Gas	2	Und	32	64
Total				188

Elaboración propia

$$188*6=1128$$

b) Costo de los equipos

Tabla N° 45

Costos de Equipos

Equipos	Cantidad	Precio (S/.)	TOTAL (S/.)
Marmita	1	13600	13600
Tina de refrigeración	1	10000	10000
			23600

c) Costos adicionales de persona

Tabla N° 46

Costos Adicionales de Personal

Cantidad trabajadores	Pago adicional	TOTAL (S/.)
3	425	1275

$$1275*6=7650$$

d) D. Costo de capacitación

Tabla N° 47

Costos de Capacitación

Actividad	Costo Unitario	TOTAL (S/.)
Material de Trabajo	S/ 30.00	S/ 30.00
Contrataciones de servicios profesionales (Empresa Industrias del Acero Decor)	S/ 200.00	S/ 600
Gastos de operación (Refrigerios)	S/ 30.00	S/ 30.00
		S/ 660

	Costos	
Equipos	1 vez	23600
Personal	6 meses	7650
Capacitación	1 vez	S/ 660
Servicios	6 mese	1128
Total		33038

C. Guerchet y SLP

a) Gastos de Infraestructura

Tabla N° 48

Gatos de Infraestructura

Gasto	Monto
Reubicación de la lavandería	400
Reubicación del vestuario	400
Conexiones	80
Total	880

Elaboración propia

3.4.3. Beneficio/Costo

Tabla N° 50

Beneficio/costo

	BENEFICIO	COSTO
CAUSA 1	101,985.66	14916.00
CAUSA 2	7330	33038
CAUSA 3	1411.9	880
TOTAL	110,727.56	48,834

B/C: 2.3

Al ser el beneficio /costo mayor a 1 hace factible la inversión en la propuesta

Cubriría la demanda total de 9, 630 botellas al més y podrá percibirr los 9555 soles que estaba dejando de percibir, **con ello recuperará el costo de estos equipos**, tal como se demuestra en el análisis de la factibilidad económica de la propuesta.

Tala N° 50
Flujo de caja

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
A. Ingresos		27,058	27,058	27,058	27,058	27,058
B. Costos de inversión	-25,658	-	-	-	-	-
Construcción y acondicionamiento	-1,880					
Maquinaria	-23,000					
Equipos para el personal	-118					
Capacitación al personal	-660					
C. Costos de Servicio y Gastos de Operación		-3,463	-3,463	-3,463	-3,463	-3,463
Servicios		-188	-188	-188	-188	-188
Planilla		-3,275	-3,275	-3,275	-3,275	-3,275
D. Subtotal		23,595	23,595	23,595	23,595	23,595
E. Desvalorización y Provisión						
Depreciación		-2,300	-2,300	-2,300	-2,300	-2,300
G. Total Bruto		21,295	21,295	21,295	21,295	21,295
H. Impuesto a la Renta (IR)		-5,963	-5,963	-5,963	-5,963	-5,963
I. Flujo de Caja Económico	-25,658	15,332	15,332	15,332	15,332	15,332

Elaboración propia

Se realizó el análisis del flujo de caja del proyecto con los ingresos y gastos diferenciales calculados en el desarrollo de cada herramienta empleada en la presente investigación. Los ingresos que corresponden al ahorros en la pérdida de utilidad por no cubrir la demanda, al ahorro por eliminación de las penalidades y ahorro en el costo de producción generado por la mejora en la reducción de los tiempos de transporte.

Tasa Descuento	17.00%
VAN Económico	S/. 22,773
TIR Económico	51.64%

Como resultado, la propuesta supera las expectativas de rentabilidad de la dueña de la empresa . Tras medir los flujos de ingresos futuros y descontar a inversión inicial se cumple con la tasa de descuento y queda una ganancia haciendo viable el proyecto. El TIR es mayor. La tasa de decuento se calculó de l siguiente manera:

Tabla N° 51

Tasa de libre riesgo de los bonos de EE.UU.

Date	1 Mo	3 Mo	6 Mo	1 Yr	2 Yr	3 Yr	5 Yr	7 Yr	10 Yr	20 Yr	30 Yr
2/01/2019	0.5	0.51	0.65	0.83	1.22	1.49	1.93	2.27	2.48	2.8	3.08
2/02/2019	0.5	0.52	0.64	0.84	1.21	1.48	1.92	2.27	2.48	2.8	3.09
2/03/2019	0.49	0.51	0.63	0.82	1.21	1.49	1.93	2.27	2.49	2.82	3.11
2/06/2019	0.48	0.53	0.62	0.79	1.16	1.43	1.86	2.19	2.42	2.76	3.05
2/07/2019	0.51	0.53	0.63	0.8	1.16	1.43	1.85	2.17	2.4	2.74	3.02
2/08/2019	0.52	0.54	0.63	0.79	1.15	1.4	1.81	2.14	2.34	2.68	2.96
2/09/2019	0.51	0.54	0.64	0.8	1.2	1.46	1.88	2.2	2.4	2.74	3.02
2/10/2019	0.51	0.55	0.64	0.81	1.2	1.47	1.89	2.22	2.41	2.75	3.01
02/13/19	0.5	0.52	0.63	0.82	1.2	1.48	1.92	2.24	2.43	2.77	3.03
02/14/19	0.51	0.54	0.66	0.84	1.25	1.53	1.98	2.29	2.47	2.81	3.07
02/15/19	0.53	0.54	0.67	0.86	1.27	1.57	2.01	2.33	2.51	2.84	3.09
02/16/19	0.51	0.53	0.66	0.82	1.22	1.5	1.95	2.26	2.45	2.8	3.05
02/17/19	0.5	0.53	0.66	0.82	1.21	1.48	1.92	2.23	2.42	2.78	3.03
02/21/19	0.49	0.53	0.69	0.83	1.22	1.5	1.93	2.24	2.43	2.78	3.04
02/22/19	0.47	0.52	0.68	0.82	1.22	1.49	1.92	2.23	2.42	2.78	3.04
02/23/19	0.39	0.51	0.66	0.81	1.18	1.44	1.87	2.2	2.38	2.75	3.02
02/24/19	0.4	0.52	0.65	0.8	1.12	1.38	1.8	2.12	2.31	2.69	2.95
02/27/19	0.44	0.5	0.68	0.81	1.2	1.46	1.87	2.18	2.36	2.72	2.98
02/28/19	0.4	0.53	0.69	0.88	1.22	1.49	1.89	2.19	2.36	2.7	2.97

Elaboración propia

Tabla N° 52

Tasa de interés activa promedio según la SBS

Fecha	TAMN (%)
1/01/2019	17.91
2/01/2019	18.03
3/01/2019	18.02
4/01/2019	17.97
5/01/2019	17.96
6/01/2019	17.88
7/01/2019	17.88
8/01/2019	17.88
9/01/2019	17.09
10/01/2019	17.93
11/01/2019	17.84
12/01/2019	17.06
13/01/2019	17.92
14/01/2019	17.92
15/01/2019	17.92
16/01/2019	17.95
17/01/2019	17.93
18/01/2019	17.92
19/01/2019	17.9
20/01/2019	17.9
21/01/2019	17.9
22/01/2019	17.9
23/01/2019	17.86
24/01/2019	17.9
25/01/2019	17.92
26/01/2019	17.95
27/01/2019	17.13
28/01/2019	17.13
29/01/2019	17.13
30/01/2019	17.13
31/01/2019	17.98
1/02/2019	17.17
2/02/2019	17.14
3/02/2019	17.13
4/02/2019	17.13
5/02/2019	17.13
6/02/2019	17.11
7/02/2019	17.12

Tabla N° 53

Promedio de tasa de interés pasiva en moneda nacional

Fecha	TIPMN (%)
1/01/2019	2.71
2/01/2019	2.7
3/01/2019	2.64
4/01/2019	2.72
5/01/2019	2.71
6/01/2019	2.66
7/01/2019	2.66
8/01/2019	2.66
9/01/2019	2.68
10/01/2019	2.7
11/01/2019	2.7
12/01/2019	2.69
13/01/2019	2.69
14/01/2019	2.69
15/01/2019	2.69
16/01/2019	2.68
17/01/2019	2.69
18/01/2019	2.73
19/01/2019	2.67
20/01/2019	2.67
21/01/2019	2.67
22/01/2019	2.67
23/01/2019	2.69
24/01/2019	2.72
25/01/2019	2.69
26/01/2019	2.75
27/01/2019	2.76
28/01/2019	2.76
29/01/2019	2.76
30/01/2019	2.77
31/01/2019	2.74
1/02/2019	2.75
2/02/2019	2.7
3/02/2019	2.65
4/02/2019	2.65
5/02/2019	2.65
6/02/2019	2.69
7/02/2019	2.69

8/02/2019	17.12	8/02/2019	2.67
9/02/2019	17.13	9/02/2019	2.69
10/02/2019	17.1	10/02/2019	2.71
11/02/2019	17.1	11/02/2019	2.71
12/02/2019	17.1	12/02/2019	2.71
13/02/2019	17.07	13/02/2019	2.76
14/02/2019	17.08	14/02/2019	2.75
15/02/2019	17.05	15/02/2019	2.82
16/02/2019	17.03	16/02/2019	2.79
17/02/2019	16.99	17/02/2019	2.72
18/02/2019	16.99	18/02/2019	2.72
19/02/2019	16.99	19/02/2019	2.72
20/02/2019	17	20/02/2019	2.73
21/02/2019	16.98	21/02/2019	2.78
22/02/2019	16.99	22/02/2019	2.77
23/02/2019	17.03	23/02/2019	2.75

Tasa de Rendimiento del Mercado (banco) 17.47

COK	Tasa de libre riesgo de los bonos de EEUU + (1*(Tasa de rendimiento del Mercado - Tasa de libre riesgo de los bonos de EEUU))
COK	17.4

CONCLUSIONES

1. Se logró un aumento de la productividad de 1920 cajas por trabajador al año, a 2408 cajas por trabajador al año.
2. Se diagnosticó la situación actual de la línea de producción de cocktails de la empresa, determinando los problemas y causas de la baja productividad: Inadecuada sincronización de procesos con un tiempo de 1.22 min/botella, Desperdicio en el método de trabajo: desperdicio de 11 min/botella, Falta de capacidad de equipos: 4,110 botellas/mes sin atender e inadecuado diseño de Planta: 92.55 min/lote en transporte.
3. Se desarrolló la propuesta de mejora para la línea de producción de cocktails de la empresa Industria y Negocios Piccoli S.R.L. utilizando herramienta de Lean Manufacturing como Value Stream Mapping , estandarización y balance de línea logrando obtener reducción del cuello de botella en 0.24 min/botella, aumento de la producción en 96 botellas al día. Del proceso de compra de nuevos equipos (marmita y sistema de refrigeración) obteniéndose 2,040 botellas/mes y rediseño de planta aplicando Guerchet y SLP pudo reducir 4.2 min/lote
4. Se realizó un estudio de beneficio- costo de la mejora. Se ha llegado a la conclusión que para las 3 propuestas se obtuvo un total de B/C de 2.3, es decir mayor a 1 con lo cual se comprueba financieramente la bondad de las propuestas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

➤ Libros

Abdul, A., Mukhtar, M. y Sulaiman, R. (2013). *A conceptual model of lean manufacturing dimensions*. Procedia Technology, 1294.

Fuente: Diaz, B. ,Jarufe B.y Noriega M. (2013). *Disposición de planta*. Lima: Fodo Editoria Universidad de Lima

García Criollo R. (1998). *Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México. Mc Graw Hill

Franson D., (1996). *Industria de bebidas*. Enciclopedia de la Salud. España.

Hansen, 2006. “Administración de costos, contabilidad y control”, México, Editorial Thomson.

Heizer J. & Reder B. (2014). *Principios de Administración de Operaciones*. México Perarson Educación . V7.

Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Oficina Internacional del trabajo (Cuarta ed.). (OIT) Ginebra, Suiza: Limusa

Krajewski , Lee J., Ritzman, Larry P. 2008. *Administración de Operaciones: Procesos y Cadenas de Valor*, 8va edición. México: Pearson Educación Págs 160- 162.

Meyers, F. (2000). “Estudios de tiempos y movimientos”. Editorial Pearson

Meyers, F., & Stephens, M (2006). “Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales”. Tercera edición. Editorial Pearson.

Muñoz, 2009. *Administración de operaciones: Enfoque de administración de procesos de negocios*. Falta ciudad , país: Cengage Learning.

Niebel, B. & Freivalds, A. 2014. “Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo”.13 ed. México. D.C: Editorial Mc GrawHill

OIT. (2011). Introducción al estudio del trabajo. Mexico: Limusa.

Quesada, M., & Villa , W. (2007). “Estudio del trabajo”. Primera edición. Editorial Textos Académicos.

Rojas, 1996, “Diseño y Control de la Producción” Trujillo: La Libertad.

Rother, M. & Shook, J. (1999, June). Learning to See. Version 1.2. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute.

Suñé Torrents A., Arcusa Postils I., & Gil Vilda F. (2004). “Manual práctico de diseño de sistemas productivos”. Editorial Díaz de Santos.

.

➤ **Libros Electrónicos**

Valenzuela, 2014. “Determinación del costo unitario, una herramienta financiera eficiente en las empresas”, Sonora Pag. 9 – 10.

➤ **Tesis**

Abad, D. (2013), *Proceso de producción del licor Pájaro Azul, para convertirlo en producto exportable con estándares de calidad* (tesis de maestría), Pontificia Universidad Católica de Ecuador. Ecuador.

- Cevallos, R. 2016. “Propuesta de Mejora de la Gestión de Producción para Reducir los Costos Operacionales de la Empresa Cartavio Rum Company S.A.C” (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte. Trujillo.
- Cruz Ochoa, I. J., & Burbano Lopez, J. A. (2012). *Rediseño de un Sistema Productivo utilizando herramientas de Lean Manufacturing caso de estudio sector de Mezcla de ingredientes para Panadería Industrias XYZ* (tesis de maestría). Universidad ICESI, Santiago de Cali, Colombia.
- Gervasi, 2016, “Mejora del proceso de fabricación de joyas de plata para el incremento de la productividad mediante la implementación de la técnica de microfusión en la empresa Tendencias Perú E.I.R.L” (tesis de maestría). Chiclayo.
- Renda, D. P. (2015). *Integración de modelos de fabricación mediante simulación con herramientas informáticas y lean manufacturing* (tesis de doctorado), Universidad de Vigo). España.
- Sarmiento, L. A. (2019). Estudio de las tendencias en la coctelería para lograr la innovación en los principales bares tradicionales del Centro Histórico de Lima, 2018 (tesis de maestría). Universidad de San Martín de Porres. Lima, Perú.
- Serrano, I. (2007). Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos (tesis doctoral). Universitat de Girona. España.

➤ **Artículos con DOI**

Castro, J. , Medoza, J. y Segura, J. (2018), Desarrollo e Implementación de la Herramienta V.S.M. (Value Stream Map) Usando Idef0, para la División Producción de la Industria Licorera del Cauca. ESTEC Conference Proceedings, volumen (3), pag 2. DOI: 10.18502/keg.v3i1.1505

➤ **Direcciones Web**

Piccoli, 2016. , <http://piccolisaborqueconmuebe.blogspot.com/>

DiarioUNO, 2015, “Día de la Algarrobina” <http://diariouno.pe/2015/03/19/dia-de-la-algarrobina>

ECOANDINO, 2017. “Algarrobo (prosopis pallida)” http://www.ecoandino.com/portal/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=10&Itemid=137

López et al, 2011. “Balance de Líneas Utilizando Herramientas de Manufactura Esbelta” Revista el Buzón de Pacioli, Número especial 74. www.itson.mx/pacioli

Manrique, V., 2015 . “Desarrollo tecnológico e innovación en marmitas autogeneradoras de vapor como alternativa para promover sistemas de calentamiento descentralizado en aplicaciones de procesamiento de alimentos”.https://www.cdtdegas.com/images/Descargas/Nuestra_revista/.../5Marmita.pdf

Miguel A. et al, 2017. Software para la elaboración de diagramas de estudio del trabajo como herramienta facilitadora en el proceso de enseñanza - Aprendizaje de métodos y

tiempos en las actividades productivas: Diagramet. Espacios, 38(20), 3.
<http://www.revistaespacios.com/a17v38n20/17382003.html>

Medina, G. R., Atencio, S. B., Atencio, S. B., Romero, R. M., & Castro, B. R. (2002).
Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial. Revista de Ciencias
Sociales (Ve), 8(1), 135-156.

Organización Mundial de la Salud (2015). “Situación Regional del Consumo de Alcohol y la
Salud en las Américas” Washintong, D.C Pág. 9

Salazar, B. 2016, “Mapas de Valor”, Ingeniería Industrial Online. com.,
[http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-
manufacturing/mapas-del-flujo-de-valor-vsm/](http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mapas-del-flujo-de-valor-vsm/)

Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2019). *Consulta por
partida*. Recuperado de [http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-
itconsultadwh/ieITS01Alias?accion=consultar&CG_consulta=2&fbclid=IwAR2Hvf
Dc4i7yO4P3m8MFILrFmtJEZ5zfbAdqFhuiScaDakJH9pRNmRU1XuQ](http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itconsultadwh/ieITS01Alias?accion=consultar&CG_consulta=2&fbclid=IwAR2HvfDc4i7yO4P3m8MFILrFmtJEZ5zfbAdqFhuiScaDakJH9pRNmRU1XuQ)

ANEXOS

Anexo N° 1: Cotización De Marmita De 150 Litros



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

COTIZACIÓN N° 030-2018

CHICLAYO: 16/01/2018

Señores:

INDUSTRIAS Y NEGOCIOS PICOLI SRL

Por medio de la presente nos es grato saludarlo y así mismo hacerles llegar la siguiente cotización:

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. Unit. S/.	P. Total S/.
01	<p>MARMITA Capacidad de 150 Litros, Sistema Volcable con agitador automático. Chaqueta de cuatro milímetros para aceite térmico o agua, cuenta con motor reductor 2HP. Quemador a gas. Válvula de presión y termómetro. Trabaja a 30 PSI Acero Inox. 304 2B, en toda la estructura visible y no visible. Interior y exterior de la marmita terminados en acabado sanitario. Patatas de acero inoxidable Fabricado bajo estándares ASME y los últimos estándares sanitarios. Cumple con el HACCP / NSF</p>  <p>Modelo Referencial</p>	13,600.00	13,600.00

Precio No Incluyen el I.G.V.

Calle Los Mitimaes 150 - La Victoria - Chiclayo Cel.: 942364736 – 968713407 - 972823976
E-mail: decorinox88@gmail.com Siguenos en Facebook como: Industria del Acero Decor Inox



INDUSTRIA DEL ACERO DECOR-INOX E.I.R.L.
Trabajos en Acero Inoxidable

Nota Importante: Todas las estructuras visibles y no visibles son hechas en acero inoxidable Calidad AISI 304 2B, lo que garantiza nuestros productos y equipos.

CONDICIONES GENERALES:

Forma de pago: 50% de Adelanto y 50% a Contra entrega.

Tiempo de fabricación: 20 días hábiles.

Garantía: 01 año.

Validez de la oferta: 15 días.

N° cuenta Banco Interbank: 7483075708940

Atentamente,



Cotización realizada por los técnicos de la empresa Industrias del Acero Decor- Inox para una marmita , según la capacidad requerida y el proceso de producción de la empresa Industrias y Negocios Piccoli.

Anexo N° 2: Cotización de Tina de Refrigeración de 150 Litros



CONSULTORÍA & INGENIERÍA

Diseño & Implantación de Plantas Agroindustriales, Diseño de secadores solares e industriales, Asesoría en innovación de cadenas productivas y formulación de planes de negocios y asistencia técnica.

RUC N° 20487757641

“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

Chiclayo, 25 de Noviembre de 2017

CONTRATO N° 060 – 2017/C&JENGINEERSOLUTIONSSAC/FL.

SEÑORA: OLGA PICON CRUZ.
COCLTAIL – PICCOLI.
Sub-Gerente.

ASUNTO: **especificaciones de equipos: tina de refrigeración de 150 litros con circuito cerrado para entriamiento.**

Es muy grato dirigirme a ustedes, para manifestarles mi afectuoso saludo en nombre y representación de la empresa **C&J ENGINEERS SOLUTIONS S.A.C.**, así mismo aprovecho la oportunidad para hacerles nuestra propuesta con referencia a equipos para el proceso de elaboración de COCKTAIL – PICCOLI según nuestras especificaciones técnicas:

Área y Equipos

(1) Tina de refrigeración, capacidad 150, con las siguientes características: 9,800

- ✓ Fabricada en Acero Inoxidable.
- ✓ Agitador, activado por un motor-reductor.
- ✓ Chaqueta para agua fría.
- ✓ Sistema de recirculación de agua en la chaqueta, compuesto por un tanque pulmón, una bomba centrífuga y tuberías de interconexión.
- ✓ Tablero de control y mando, con indicador de temperatura.
- ✓ Acabado sanitario
- ✓ Tubería inox para circuito cerrado de proceso.
- ✓ Sistema de filtro de 2" de diámetro de acero inox, acabado sanitario, para retención de sólidos suspendidos en el proceso, que incluye resorte sanitario, unión Clam, filtro de organza.

(2) Bomba centrífuga sanitaria con las siguientes características: 2,000

- ✓ Fabricada en protector de Acero Inoxidable.
- ✓ Tipo GMO.
- ✓ Motor delcrosa de 1 HP, 220 MONOFASICO.

PRL. SUCRE N° 1270 – URB. ERNESTO VÍLCHEZ ALCÁNTARA – FERREÑAFE - LAMBAYEQUE
Mov: 941984077 / BTEL: 929013826
Email: cjingenierosyassociados@gmail.com



CONSULTORÍA & INGENIERÍA

Diseño & Implantación de Plantas Agroindustriales, Diseño de secadores solares e industriales, Asesoría en innovación de cadenas productivas y formulación de planes de negocios y asistencia técnica.

RUC N° 20487757641



Reconocidos por la atención dispensada, quedamos a la espera de sus gratas órdenes.

Atentamente.

Ing. Cruz Cesar Huamán De la Cruz.

PRL. SUCRE N° 1270 – URB. ERNESTO VÍLCHEZ ALCÁNTARA – FERREÑAFE - LAMBAYEQUE
Mov: 941984077 / BTEL: 929013826
Email: cjingenierosyassociados@gmail.com

Cotización realizada por la empresa C & J Engineers Solutions S.A.C. para una tina de refrigeración , según la capacidad requerida y el proceso de producción de la empresa Industrias y Negocios Piccoli.