

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña

Facultad de Ciencias y Tecnología
Escuela de Ingeniería Industrial

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa
farmacéutica ubicada en Alameda”



Trabajo de grado presentado por:

Mayra Alejandra Frías Gómez

Laura Virginia Rodríguez González

Para la obtención del grado de:

Ingeniería Industrial

Santo Domingo, D.N.

2020

INDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
PRIMERA PARTE:	1
GENERALIDADES.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I: MARCO INTRODUCTORIO.....	4
1.1 Motivación.....	4
1.2 Planteamiento del problema.....	5
1.3 Formulación del problema.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Objetivos.....	7
1.5.1 Objetivo general.....	7
1.5.2 Objetivos específicos.....	7
1.6 Alcance.....	7
1.7 Límites.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Terminología.....	9
2.1.1 Manufactura esbelta.....	9
2.1.2 Estudio de tiempos.....	9
2.1.3 Tasa de producción esperada o takt time.....	10
2.1.4 Tiempo estándar o tiempo de ciclo de la estación de trabajo.....	10
2.1.5 Línea de ensamble o línea de manufactura.....	10
2.1.6 Relación de precedencia.....	10
2.1.7 Balanceo de la línea de ensamble.....	11
2.1.8 Productividad.....	11
2.1.9 Desperdicio.....	11
2.1.10 Línea de producción.....	12
2.1.11 Reproceso.....	12
2.1.12 Eficiencia.....	12
2.1.13 Tiempo estándar.....	13
2.1.14 Molino de tres rolos.....	13
2.1.15 Cuello de botella.....	13
2.1.16 Conveyer o banda transportadora.....	14
2.1.17 Panfleto.....	14
2.1.18 Producto a granel.....	15
2.1.19 Trabajo en proceso o work in progress (WIP).....	15
2.1.20 Kanban o control del flujo de materiales.....	15
2.1.21 Diagrama de procesos.....	16
2.1.22 AISI/304.....	18
CAPÍTULO III: MARCO CONCEPTUAL.....	19

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa
farmacéutica ubicada en Alameda”

3.1 Empresa.....	19
3.2 Misión	20
3.3 Visión.....	20
3.4 Valores	20
3.5 Política de Calidad y Medioambiental	20
3.6 Proyectos similares	22
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO.....	25
4.1 Tipo de investigación	25
4.2 Diseño de la investigación	25
4.3 Instrumentos y técnicas de investigación.....	26
4.4 Técnicas de recolección de datos	26
SEGUNDA PARTE:	27
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	27
CAPÍTULO V: ESTUDIO TÉCNICO	28
5.1 Situación actual	28
5.1.1 Diagrama de flujo.....	29
5.1.2 Descripción de las etapas del proceso	31
5.1.3 Árbol de problemas	43
5.1.4 Los 5 porqués	45
5.1.5 Distribución de las instalaciones	47
5.1.6 Diagrama de Ishikawa o espina de pescado	49
5.1.7 Estudio de tiempos	51
5.1.8 Diagrama de operaciones del proceso	54
5.1.9 Diagrama de precedencia	56
5.1.10 Balanceo de línea.....	57
5.1.11 Capacidad por turno	59
5.1.12 Tiempo improductivo	62
5.1.13 Pago de empleados	64
5.1.14 Desperdicio de materia prima.....	64
CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....	66
6.1 Introducción	66
6.2 Árbol de objetivos.....	66
6.3 Mejora en el flujo continuo de la línea	69
6.4 Propuesta de balanceo.....	70
6.5 Capacidad por turno al implementar la propuesta.....	72
6.6 Propuesta de productividad de los operadores	74
6.7 Método jidoka	79
6.8 Maquinaria propuesta y sus respectivos requerimientos.....	80
6.9 Distribución de las instalaciones luego de la propuesta.....	81
CAPÍTULO VII: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	83
7.1 Introducción	83

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

7.2 Inversión.....	83
7.3 Costo de operación.....	84
7.4 Rentabilidad del proyecto	89
7.5 Cronograma de la propuesta	92
CONCLUSIÓN	93
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXOS.....	99
HOJA DE EVALUACIÓN	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades de diagrama de proceso	16
Tabla 2 Diagrama de operaciones del proceso de semisólidos	54
Tabla 3 Indicadores de rendimiento	58
Tabla 4 Tiempo improductivo en el mes de agosto 2019.....	62
Tabla 5 Total de desperdicios del producto B-01.....	65
Tabla 6 Indicadores de rendimiento con la propuesta.....	70
Tabla 7 Tasa de personal de horas extras	74
Tabla 8 Costo de producción en empaque.....	76
Tabla 9 Programa de producción de empaque de tirillas	78
Tabla 10 Desglose de costo de consumo eléctrico de la máquina actual	86
Tabla 11 Desglose de costo de consumo eléctrico de la máquina propuesta	86
Tabla 12 Costo operacional y mantenimiento actual y propuesto.....	87
Tabla 13 Tendencia de la demanda	88
Tabla 14 Pronóstico de la demanda.....	89
Tabla 15 Tabla de retorno de la inversión.....	90
Tabla 16 Factores de decisión de la propuesta	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo proceso de semisólidos.	30
Figura 2. Contenedor y seguros del contenedor.	32
Figura 3. Perilla para desmontar mezcla.	33
Figura 4. Descarga de viruta para siguiente proceso.	33
Figura 5. Alimentación de viruta a la extrusora en la cámara 1.	34
Figura 6. Manómetro de presión de la cámara 1.	35
Figura 7. Panel de pulsadores.	36
Figura 8. Cono de la extrusora.	37
Figura 9. Corte de la barra.	38
Figura 10. Barra continua saliendo del cono.	39
Figura 11. Operador seccionando barra.	40
Figura 12. Operador troquelando la barra de jabón.	41
Figura 13. Operador sellando la bolsa plástica.	42
Figura 14. Árbol de problemas.	44
Figura 15. Diagrama de los 5 porqués.	46
Figura 16. Vista en planta del área de manufactura de semisólidos.	48
Figura 17. Diagrama de Ishikawa o espina de pescado.	50
Figura 18. Vista en planta del proceso de manufactura de semisólidos.	53
Figura 19. Diagrama de precedencia.	56
Figura 20. Diagrama de balanceo de línea actual.	59
Figura 21. Diagrama de precedencia y capacidad por estación.	61
Figura 22. Gráfica de Pareto principales detractores del tiempo improductivo.	63
Figura 23. Gráfica de pastel porcentaje desperdiciado.	65
Figura 24. Diagrama de árbol de objetivos.	68
Figura 25. Diagrama de balanceo de línea propuesto.	71
Figura 26. Diagrama de capacidad por estación.	73
Figura 27. Diagrama de Pareto de personal de horas extras.	75
Figura 28. Vista en planta del área de manufactura de semisólidos luego de la propuesta.	82
Figura 29. Fórmula del valor actual neto.	90

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

DEDICATORIA

A mi Dios,

El centro de mi vida eres tú. Te lo dedico a ti por ser mi fuerza, mi sostén, mi ayudador, quién me ha guiado en todos los momentos de mi vida y a quién le debo todo lo que soy.

A mis padres José Ramón Frías y Mayrelí Gómez,

Por su amor hacia mí y ser mi soporte en todo lo que hago. Por siempre darme fuerzas de seguir hacia delante y nunca desistir de mis sueños. El llegar aquí es gracias a ustedes. Gracias por siempre creer en mí.

Mayra Alejandra Frías Gómez

A mi Dios,

Sin ti no podría realizar este logro, te lo debo todo Señor.

A mis padres,

Ustedes me formaron para ser una mujer que defiende sus creencias y es enfocada para perseguir sus metas e incluso realizar estrategias para lograrlas.

Laura Virginia Rodríguez González

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios,

Gracias por ser la luz que guía mi vida, porque todo lo que soy es gracias a tu amor y tu misericordia. Gracias por haberme encaminado hasta aquí, porque me has sostenido y me has dado la fortaleza que he necesitado para superar los obstáculos. Servirte a ti es y será el mayor deseo de mi corazón.

A mi madre,

La persona que Dios ha puesto en mi vida para ser mi instructora de vida, mi motor y ejemplo a seguir, mi todo eres tú. Gracias por tu esfuerzo, por todo lo que haces por mi hermano y por mí. Este logro no es sólo mío, sino tuyo. Agradecida estoy infinitamente a Dios por haberme dado una madre como tú. Te amo.

A mi padre,

Por siempre cuidarme y preocuparse por mí y ser mi apoyo en todo lo que me propongo. Gracias por tu amor incondicional y por guiarme en mis caminos.

A mi hermano Alejandro Frías,

Por enseñarme tantas cosas, por tu ayuda a lo largo de toda mi vida. Gracias porque siempre quieres lo mejor para mí y siempre estás ahí cuando te he necesitado.

A toda mi familia,

Por querer lo mejor para mí, por sus palabras de motivación y por creer en mí.

A mi compañera de tesis y amiga Laura Rodríguez,

Porque a pesar de los obstáculos, la amistad y el amor es lo que persevera hasta el fin. Gracias por siempre estar ahí amiga del alma, por tu amistad a lo largo de este tiempo.

A mis amigas Loyda De La Cruz, Paola Henríquez y Eliza Florián,

Gracias le doy a Dios por haberlas puesto en mi camino y permitir que tuviéramos una amistad por tanto tiempo. Que nuestra amistad dure por siempre.

A nuestro asesor y profesor Marcelino Paniagua,

Por siempre brindarme su ayuda desde el inicio, por ser mi guía en este proceso tan importante de mi vida y por aportar sus conocimientos a favor de este proyecto. Estoy agradecida de corazón por su gran esfuerzo y dedicación hacia mí.

A mis profesores,

Porque cada uno de ellos han puesto un escalón para que tanto yo, como mis demás compañeros, podamos alcanzar nuestros sueños y metas en la vida.

A todos mis compañeros de la universidad,

Porque de una manera u otra todos han aportado un granito de arena para que pudiera llegar donde estoy. Dios bendiga sus vidas.

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

Al ingeniero José Rodríguez y mis compañeros de trabajo,

Sin ellos no hubiera sido posible realizar este proyecto. Gracias por su ayuda y su apoyo a lo largo de este camino.

A los señores Euri Cabral y Zinayda Rodríguez,

Agradezco a Dios porque ustedes fueron el canal que Dios escogió para bendecirme a realizar este sueño y el de mis demás compañeros.

Mayra Alejandra Frías Gómez

A Dios,

Incontables veces he visto cómo has obrado para yo salir adelante y poder terminar esta carrera, gracias por amarme y ayudarme cada vez que te lo solicitaba e incluso cuando no te la pedía.

Eres grande y maravilloso digno de adoración

A mí,

No es fácil estudiar una carrera y trabajar a inicios del pensum, muchas veces pensé que no llegaría a terminarla pero siempre estuve enfocada en lo importante que es para mí cumplir esta meta y la satisfacción que sentiría cuando llegue este momento, no solo me estaré graduando como ingeniera sino por todos las noches que amanecí por un proyecto o estudio y las salidas que sacrifique para llegar hasta la meta.

A mis padres,

Sonia González y Julio Rodríguez siempre me apoyaron y me hicieron levantarme cuando creí que no podía seguir hacia adelante, este logro se los debo a ustedes. Cuando no me veía como profesional ustedes si me vieron así.

A mi compañera de tesis Mayra,

Gracias por ser mi compañera de estudios y amiga durante toda la carrera, a pesar de las adversidades Dios siempre toma el control y se interpone para que nuestra amistad perdure, contigo he crecido y aprendido.

Laura Virginia Rodríguez González

PRIMERA PARTE:

GENERALIDADES

Introducción

La empresa farmacéutica objeto de estudio localizada en Alameda, fue fundada en febrero de 1972, dedicada a la producción y venta de medicamentos para el consumo humano. En sus inicios, el área de producción era exclusiva para líquidos, pero más adelante fue introduciendo más variedades de productos. Recientemente, la empresa ha instalado una nueva línea de producción de semisólidos en la cual se quiere implementar la filosofía de manufactura esbelta y balanceo de línea. La misma lleva operando 1 año y 1 mes (octubre 2018 a noviembre 2019) y tiene por finalidad producir distintos productos de jabón pasta.

La línea de producción de semisólidos no cuenta con los ajustes necesarios para su adecuado funcionamiento siendo su principal causa el tiempo de demora que tardan las dos principales maquinarias, mezcladora y extrusora, para que la barra de jabón pasta esté homogénea y lista para el siguiente proceso. Esto ocasiona que los operadores se vean en la necesidad de reprocesar más de 3 veces la barra en la extrusora para eliminar los grumos contenidos en el lote, como consecuencia generen tiempo de espera y se retrasa el programa de producción.

En esta investigación, la primera parte estará planteando los objetivos propuestos, se analizará las oportunidades de mejora en la línea de semisólidos y estaremos describiendo los límites y alcance trazado, a la par se presentará el marco teóricos junto a diferentes conceptos de autores que sustentarán la investigación, igualmente se describirá las técnicas, métodos y herramientas a utilizar para poder llevar a cabo el diagnóstico en la situación actual de la empresa.

En la segunda parte de la investigación se estará definiendo el perfil la empresa y se realizará el diagnóstico en la línea de semisólidos para así poder identificar las oportunidades de mejoras y la causa raíz de las mismas que afectan a la línea. Esta investigación está basado bajo la filosofía de

manufactura esbelta, por lo que se utilizará las técnicas, herramientas y métodos que proporciona la filosofía, a esto se le agregara el árbol de problemas, los 5 por qué, la distribución de las instalaciones, el diagrama de Ishikawa o espina de pescado, estudios de tiempo, diagrama de operaciones del proceso, diagrama de precedencia, balanceo de línea, capacidad por turno y el pareto de tiempo improductivo.

En base a los resultados del diagnóstico de cada uno de estas herramientas usadas para el análisis en la situación actual se planteará propuestas que como consecuencia traerá una sucesión de mejoras donde además de salir beneficiada la línea como tal también podrán estar beneficiadas otras áreas de la empresa.

Capítulo I: Marco Introductorio

1.1 Motivación

La principal fuente de motivación para desarrollar esta propuesta es poder unir todos los conocimientos que mis maestros me han enseñado a lo largo de mi carrera y obtener la solución de un problema por medio de la aplicación de los conocimientos que he adquirido.

Además, es un gran reto para mí poner en práctica las herramientas aprendidas en una situación que está ocurriendo en la realidad y con la solución de dicha propuesta, aportar a la mejora de los procesos de la empresa farmacéutica en estudio.

Mayra Alejandra Frías Gómez

Realizar una investigación en una empresa farmacéutica me permite poner en práctica las herramientas aprendidas a lo largo de la carrera e identificar las oportunidades de mejoras significativas en la línea de producción a fin de aumentar las ganancias. Al ser una nueva línea de producción de semisólidos, con el tiempo, la demanda ha incrementado y como consecuencia las órdenes no pueden ser entregadas a tiempo al cliente.

Proponer soluciones factibles basándome en la mejora continua y manufactura esbelta me permite colaborar con la empresa para la entrega a tiempo de las órdenes y mejorar indicadores importantes en la línea como la productividad, rendimiento y desperdicios.

Laura Virginia Rodríguez González

1.2 Planteamiento del problema

La línea de producción de semisólidos de la empresa farmacéutica, lleva operando 1 año y 1 mes (octubre 2018 a noviembre 2019) y aunque ha intentado establecer los estándares de tiempo y el balanceo de línea, existen deficiencias en la misma. Según lo establecido en el programa de producción, la fabricación debe tomarse una semana para tener el producto listo y enviarse al almacén, pero en lugar de esto se toma 2 semanas y 3 días (aproximadamente) adicionales al tiempo programado, lo que ocasiona que se retrasen las próximas órdenes. La causa fundamental del retraso de la línea de producción es debido a que los operadores reprocesan la barra de jabón más de 3 veces en la extrusora por la cantidad de grumos contenidos en el lote, generando así tiempo de espera en los demás procesos.

Por otro lado, la línea cuenta con 6 procesos, de los cuales 3 de ellos necesitan 2 operadores lo que hace un total de 10 operadores en el área, ocasionando que todo el proceso sea manual y haya poco espacio en el área por la inadecuada distribución de las máquinas. Los operadores forman parte directa del proceso desde que se hace el mezclado de la viruta hasta que se sellan y hacen el empaque final del producto.

1.3 Formulación del problema

- ¿Cómo se puede aumentar la productividad de la línea de producción de semisólidos de la empresa farmacéutica ubicada en Alameda?

1.4 Justificación

Una empresa que no implemente el correcto diseño en la línea de producción, es muy probable que genere altos costos de producción, tiempo improductivo, desperdicios de materia prima, aumento de productos en proceso, insatisfacción de los clientes, entre otros.

La línea de producción bajo estudio no cuenta con los ajustes necesarios para su adecuado funcionamiento, ya que a pesar de establecer un sistema equilibrado, presenta tiempo de ocio generado por paradas en los procesos y desperdicios. La fabricación debe tomarse 1 semana para finalizar todo el proceso, pero en lugar de esto se toma 2 semanas y 3 días (aproximadamente) adicionales al tiempo programado. Algunas de las consecuencias que esto trae consigo son atrasos en las órdenes de producción, productos no conformes, mayor utilización de los recursos, entre otros.

En base a esto hemos decidido someter a objeto de estudio esta situación, para que implementando las herramientas de manufactura esbelta y el buen diseño en la línea, pueda aumentar su productividad, generando más productos en el menor tiempo y menos desperdicio.

Con la implementación de esta propuesta se obtendrá repercusiones significativas en la línea de producción de semisólidos logrando una mejor eficiencia en sus procesos, así como el aumento de los productos a fabricar cumpliendo con las especificaciones adecuadas de procesos y productos terminados requeridos por los Departamentos de Desarrollo de Productos y Control de Calidad.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta que disminuya el tiempo improductivo en la línea de producción de semisólidos de la empresa farmacéutica ubicada en Alameda.

1.5.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis de la situación actual.
- Determinar las causas del tiempo de espera de las máquinas.
- Evaluar alternativas para la solución del problema.
- Calcular la factibilidad económica de la propuesta.

1.6 Alcance

El presente trabajo de grado abarca la mejora de la línea de producción de semisólidos de jabón pasta de la empresa farmacéutica ubicada en Alameda. El período de análisis es desde septiembre 2018 a noviembre 2019 (1 año y 1 mes).

Está enfocada en identificar la causa raíz del tiempo de espera en la línea de producción hasta obtener la solución óptima de la misma. Las actividades realizadas fueron tomadas bajo observación, así como la recolección de fuentes primarias y secundarias. Se realizará un estudio técnico que sustentará la base de la investigación y contendrá el análisis de la capacidad de la máquina, la ubicación y distribución de las instalaciones, diagrama de flujo, análisis de las operaciones, estudio de tiempos, entre otros. Además, se efectuará una evaluación económica de

alternativas para determinar si la propuesta es factible mediante la evaluación de los costos de operación, el VAN, TIR, entre otros.

1.7 Límites

- Esta propuesta no abarca el proceso de ejecución del proyecto, por lo que queda a disposición de la empresa implementar este proyecto.
- Se excluyen los demás procesos de la empresa, como el área de sólidos y líquidos.
- Sólo se utilizó como estudio un tipo de jabón pasta.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Terminología

2.1.1 Manufactura esbelta

Son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyota entre algunos. (Castillo Rodríguez, 2009)

2.1.2 Estudio de tiempos

Es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo, mientras que los estándares mal establecidos, aunque es mejor tenerlos que no tener estándares, conducen a costos altos, inconformidades del personal y posiblemente fallas de toda la empresa. Esto puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio. (Gómez, 2014)

2.1.3 Tasa de producción esperada o takt time

Es el tiempo en el que se debe obtener una unidad de producto. Se utiliza para establecer el tiempo que se debe tardar en completar una unidad para cumplir con la demanda (Ortiz, 2006).

2.1.4 Tiempo estándar o tiempo de ciclo de la estación de trabajo

El tiempo entre unidades sucesivas que salen del final de una línea de ensamble (Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros, duodécima edición).

2.1.5 Línea de ensamble o línea de manufactura

El equipo o los procesos de trabajo son ordenados de acuerdo con los pasos progresivos para fabricar el producto (Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros, duodécima edición).

2.1.6 Relación de precedencia

El orden en que se deben desempeñar las tareas dentro del proceso de ensamble (Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros, duodécima edición).

2.1.7 Balanceo de la línea de ensamble

El problema de asignar todas las tareas de una serie de estaciones de trabajo de modo que cada una de ellas no tiene más de lo que se puede hacer dentro del tiempo de su ciclo, logrando minimizar el tiempo de inactividad en todas las estaciones de trabajo. (Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros, duodécima edición).

2.1.8 Productividad

Es una medida del rendimiento del proceso, pudiendo expresarse como el cociente salidas/entradas. Los recursos o factores productivos considerados como entradas podrán tener tanto carácter material como humano. Los productos resultantes considerados como output, pueden hacer referencia a bienes de uso o a servicios prestados (De La Fuente, 2006).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salida (Unidades)}}{(\text{Número de personas} * \text{Jornada})}$$

2.1.9 Desperdicio

Es todo aquello que no agrega valor a un producto o servicio para los clientes. Desperdicio, pérdida o despilfarro, en este contexto, es toda mal utilización de los recursos y / o posibilidades de las empresas (Elba Giannasi, 2012).

2.1.10 Línea de producción

Es el conjunto de operaciones secuenciales en las que se organiza un proceso para la fabricación de un producto. Para la fabricación de un gran número de unidades del mismo producto se requiere organizar un montaje en serie de las distintas operaciones requeridas para su transformación de materias prima en producto. Esto implica la organización del proceso en fases y operaciones que se asignan individualmente o por grupos de trabajo. La asignación se hace a trabajadores y/o a maquinaria y/o herramientas en cada fase u operación. Por lo que la producción en línea también requiere de operarios especializados en las diferentes fases u operaciones. Otra característica de la producción en línea es que las operaciones se hacen por separado hasta llegar al montaje final de todas ellas para terminar la fabricación del producto (SeamPedia, 2018).

2.1.11 Reproceso

Son unidades inaceptables que se vuelven a procesar para que puedan ser consideradas como productos terminados y aceptables (Víctor del Corte).

2.1.12 Eficiencia

Supone conseguir un objetivo al menor coste posible (Oliveras, 2017)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Costo real}} * \frac{\text{Tiempo invertido}}{(\text{Resultado esperado/Coste estimado})}$$

2.1.13 Tiempo estándar

Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos. Los tiempos elementales concebidos o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión esto para poder determinar con la calificación Westinghouse (Gómez, 2014).

2.1.14 Molino de tres rolos

Es una parte de la máquina que homogeniza la pasta base de jabón y los diferentes ingredientes amalgamados dentro del mezclador. El espesor de la lámina de jabón puede ser regulado. El jabón laminado es quitado por un rascador. Para aumentar la homogenización del jabón pasta es posible laminarlo más de una vez (Manual de instrucciones para el uso y manutención de la máquina, 2017).

2.1.15 Cuello de botella

Un cuello de botella se denomina a todo elemento que disminuye o afecta el proceso de producción en una empresa.

Se denomina así a aquellas actividades que disminuyen el proceso de producción, incrementando los tiempos de espera y reduciendo la productividad, lo cual genera un aumento en el costo final

del producto. Para evitarlo, las empresas deben identificar cuáles son las principales causas que las generan. (Universidad Privada del Norte, 2016)

2.1.16 Conveyor o banda transportadora

Un conveyor o banda transportadora es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores.

Existen bandas transportadoras para uso ligero y uso pesado. La banda es arrastrada por la fricción por uno de los tambores, que a su vez es accionado por un motor. Esta fricción es la resultante de la aplicación de una tensión a la banda transportadora, habitualmente mediante un mecanismo tensor por husillo o tornillo tensor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores, denominados rodillos de soporte. (Blogspot, 2014)

2.1.17 Panfleto

Documento que incluye las características principales del fármaco, tales como indicaciones, dosificación, efectos adversos, contraindicaciones, y en general, toda la información necesaria para hacer un correcto uso del mismo. Este documento se puede encontrar de igual manera en cualquier medicamento genérico, que os recordamos, se someten a los mismos procedimientos y controles que el resto de medicamentos y son aprobados. (En Genérico, 2012)

2.1.18 Producto a granel

Producto a granel o producto elaborado a granel es cualquier material procesado que se encuentre en su forma farmacéutica definitiva el cual solamente requiere ser acondicionado/embalado antes de convertirse en producto terminado. (Sistema de Información sobre Comercio Exterior, SICE, 2002)

2.1.19 Trabajo en proceso o work in progress (WIP)

Trabajo en curso (acrónimo: WIP) o en proceso de inventario incluye el conjunto en general de los elementos pendientes de los productos en un proceso de producción. Estos elementos no se han completado, pero ya sea simplemente ser fabricados o esperando en una cola para su procesamiento posterior o en una memoria buffer. El término se utiliza en la producción y gestión de la cadena de suministro. (Manufacturing Terms)







2.1.20 Kanban o control del flujo de materiales

Es un tablero de señales que comunica la necesidad de material e indica en forma visual al operador que produzca otra unidad o cantidad. (Fred E. Meyers & Stephens, Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales 3ra Edición, 2006)

2.1.21 Diagrama de procesos





El diagrama de proceso de recorrido es una representación gráfica de la secuencia de actividades que se presentan en el proceso de producción, con fines analíticos y para ayudar a encontrar y eliminar diferencias entre métodos. En estos diagramas de procesos son contruidos de acuerdo con la ASME (Asociación Americana de Ingeniería Mecánica) que nos dicen que cualquier proceso industrial o elaboración de un producto se puede representar por medio de cinco tipos de actividades, cuya denominación símbolo o resultado inmediato se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1 *Actividades de diagrama de proceso*

Actividad	Símbolo	Resultado inmediato
Operación		Produce, completa, realiza algo
Transporte		Mueve, transporta, desplaza
Inspección		Verifica, comprueba algo
Almacenamiento		Guarda o protege algo
Operación-inspección		Combinación
Demora		Retrasa, interfiere un proceso

Nota. Recuperado de “Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A”, de Ustate, E., 2007


- **Operación**○: ocurre cuando se cambia intencionalmente las características físico/químicas de un objeto o material, cuando es montado o desmontado de otro, cuando se dispone o prepara para otra actividad.

- **Transporte** : ocurre cuando se mueve o traslada un objeto de un lado a otro. Excepto cuando el movimiento hace parte intrínseca de una operación o son generados por el operario, en fin si el traslado es menor de un metro, no hay transporte.
- **Demora** : ocurre cuando las operaciones no permiten una actividad inmediata de la actividad siguiente o esa actividad no se requiere. Excepto cuando estas circunstancias cambian intencionalmente las características físico/químicas del objeto cuyo caso se considera que no hay una demora sino una operación.
- **Inspección** : ocurre cuando se examina un objeto para identificar y/o verificar sus características en cantidad o en calidad.
- **Almacenamiento** : ocurre cuando se guarda o protege algo que no se puede retirar sin autorización, en general se considera que almacenaje solo hay en el inicio de las materias primas y al final de productos terminados, los almacenajes intermedios son llamados demora.

Hay además actividades combinadas, que son ejecutadas por el mismo operario simultáneamente y en el mismo puesto de trabajo, las más comunes son:

Operación-Inspección 

Operación de transporte 

Operación de inspección-Transporte 

Es decir solo las tres primeras operaciones son posibles de combinar.

(Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A., 2007)

2.1.22 AISI/304

La aleación 304 es un acero inoxidable austenítico de uso general con una estructura cúbica de caras centradas. Es esencialmente no magnético en estado recocido y sólo puede endurecerse en frío. Su bajo contenido en carbono con respecto a la aleación 302 otorga una mejor resistencia a la corrosión en estructuras soldadas. (GoodFellow, 2008).

Capítulo III: Marco Conceptual

3.1 Empresa

La empresa farmacéutica fue fundada en febrero de 1972, dedicada a la producción y venta de medicamentos para el consumo humano. En sus inicios, el área de producción era exclusiva para líquidos. Para el año 1973, se inicia la producción de semisólidos. Años más tarde, se introduce la línea de sólidos, importando desde Europa los comprimidos genéricos a granel.

En los años ochenta, la empresa adquiere la transferencia de tecnología de sus proveedores europeos, conjuntamente con la maquinaria y los equipos necesarios y comienzan su propia manufactura de sólidos. A partir de ese momento, comienza a desarrollar sus propias fórmulas, introduciendo al mercado exitosos productos.

Ya en el año 1999, abre las puertas de su nueva planta farmacéutica, que constituye un modelo para la Región, tanto por su infraestructura como por sus nuevos y modernos equipos y maquinaria, lo que le garantiza mayor consolidación de su permanencia como líder indiscutible en el ranking del mercado farmacéutico nacional, incluyendo los laboratorios internacionales.

De este modo, y con el firme compromiso de continuar ofreciendo medicamentos confiables al alcance de todos, la empresa quiere compartir sus sistemas e instalaciones, especialmente con la clase médica y farmacéutica del país.

3.2 Misión

Producir medicamentos de calidad y a bajo costo.

3.3 Visión

Continuar siendo líderes del mercado farmacéutico nacional e incursionar en otros mercados.

3.4 Valores

- Responsabilidad
- Innovación
- Consistencia
- Trabajo en Equipo

3.5 Política de Calidad y Medioambiental

Política de Calidad

Está comprometida en satisfacer las necesidades y las expectativas de los clientes, proporcionándoles medicamentos de calidad y a bajo costo; apoyados en el trabajo en equipo y en el mejoramiento continuo de sus acciones como empresa, de cada uno como empleado y en las relaciones con sus clientes y proveedores.

Política Medioambiental

Como miembros responsables de la sociedad y la industria farmacéutica, están comprometidos en la conservación del medio ambiente y la salud de la comunidad, por lo que concientizan a sus empleados, identifican los aspectos ambientales y, establecen las metas y objetivos necesarios para implantar sistemas efectivos que aseguren el control y la mejora continua de los procesos, con el propósito de prevenir la contaminación ambiental, acorde con las normativas legales aplicables a su empresa.

3.6 Proyectos similares

1. Mejora de productividad de una línea de producción a través de la implementación de un programa especializado a la captura del métrico de eficiencia general de los equipos “OEE”

Resumen

Este proyecto se implementó en una línea de producción de una empresa maquiladora especializada en la fabricación de productos médicos de Ciudad Juárez, Chihuahua. Este proyecto consistió en la implementación de un sistema especializado en el métrico de la Eficiencia General de los Equipos, en el cual se muestra de una manera más clara la identificación de oportunidades de mejora en la línea de producción en el reporte de producción diaria, estas oportunidades se identificaron en los 3 factores con los cuales se calcula el OEE. Una vez identificadas estas oportunidades de mejora, se generó un programa de mejora continua dirigido al equipo de producción, con la intención de reducir el tiempo muerto debido a equipo, con el cual se aumentó la productividad de esta línea de producción.

(Camacho, Baena, Hernández, Molina, Ramírez, Zúñiga, 2015)

2. “Diseño de un plan de mejora para la línea de producción en los procesos de llenado, tapado y encajonado del cloro Nevex.” Caso de estudio: Productos Halogenados COPALVEN C.A.

Resumen

Este proyecto propone el establecimiento de un plan de mejora para la línea de producción en los procesos de llenado, tapado y encajonado del cloro Nevex perteneciente a la empresa COPALVEN C.A. Para establecer cuál de los procesos era el que se encontraba generando mayor niveles de incidencia se estableció un análisis comparativo entre las áreas en estudio con el fin de seleccionar la más crítica para la investigación. Una vez determinado el proceso más deficiente se definieron los factores claves de éxito relacionados con el área en estudio seleccionada para el establecimiento del nivel de desempeño actual de la misma los cuales muestran cómo se desarrolla el trabajo en todos los procesos que ocurren en la planta y de esta forma poder establecer los factores bajo los cuales se elaboró el plan de mejora en la línea de Llenado de la empresa Productos Halogenados COPALVEN C.A.

(Yedri C. Villafaña, 2005)

3. “Elaboración e implementación de un plan de mejora continua en el área de producción de agroindustrias KAIZEN”

Resumen

El proyecto se basa en la implementación de un plan de mejora continua en una empresa de producción de alimentos balanceados para animales de crianza familiar, aplicando la metodología PHVA. Mediante la planificación e implementación de mejoras, se logró un aumento en los niveles de eficiencia de 50% a 70%, eficacia de 71% a 93% y la productividad de mano de obra en un 9.92 a 13.2 Además se logró reducir los tiempos ociosos en un 4%, los índices de mantenimiento producción en un 1.2% y el índice de material reprocesado en un 0.02%.

En relación a los costos de calidad, el objetivo era mantener el costo de calidad como el de inicio del proyecto, ya que maneja un 11% respecto a los costos totales, se invirtieron los costos de buena calidad de un 30% a un 70%.

(Alayo Gómez, Becerra Gonzáles, 2013)

Capítulo IV: Marco Metodológico

4.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación a utilizar en este trabajo es de carácter descriptivo y cuantitativo, ya que se utilizarán estadísticas para recopilar información relevante para llegar a la conclusión de la misma. Además, los números proporcionan una mejor perspectiva para tomar decisiones importantes.

Con este enfoque se busca ser lo más objetivo posible, es decir, los factores que se observan y se miden no serán afectados, ni alterados buscando mostrar la realidad de la situación que está enfrentando la empresa.

En esta propuesta se explica detalladamente las situaciones, actividades y procesos que presenta la empresa farmacéutica de manera que se recojan los datos sobre la base de la propuesta, analizando cuidadosamente los resultados obtenidos, a fin de sugerir alternativas que contribuyan a la solución del problema.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación es no experimental de carácter descriptivo debido a que se observa la situación ya existente, no provocadas intencionalmente en la investigación y en base a esto se realiza la hipótesis. No se tuvo control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya ocurrieron, al igual que sus efectos, es por esto que la investigación se sustenta en el análisis de dichos efectos que repercuten en la empresa.

4.3 Instrumentos y técnicas de investigación

Esta investigación se llevó a cabo con la recolección de datos de fuentes primarias y secundarias.

Entre las herramientas utilizadas se encuentran:

- Diagrama de flujo
- Estudio de tiempos
- Distribución de las instalaciones
- Diagrama de Ishikawa o espina de pescado
- Diagrama de Pareto
- Árbol de problemas
- Los 5 porqués

4.4 Técnicas de recolección de datos

La investigación de este trabajo se fundamenta en la medición, donde operadores e inspectores realizaron el levantamiento de las muestras y éstas fueron documentadas con fines de análisis.

Los datos se obtuvieron por observación, medición y documentación, utilizando distintos instrumentos y herramientas de medición válidas y confiables como registros de datos estadísticos, pruebas estandarizadas, aparatos de precisión, etc.

SEGUNDA PARTE:
DESARROLLO DEL PROYECTO

Capítulo V: Estudio Técnico

5.1 Situación actual

La empresa bajo estudio presenta problemas en la entrega a tiempo de los productos de semisólidos. La línea de producción excede el tiempo programado para la fabricación, tomándose 2 semanas y 3 días adicionales a lo establecido. Aunque han intentado estandarizar los procesos, no se alcanza la productividad deseada en ese tiempo.

En el proceso de mezclado, la máquina se toma más de una hora para mezclar la viruta y los demás insumos que se agregan en el proceso, lo que genera tiempo de ocio en las demás áreas. Este proceso se dilata más, debido a que la mezcla no tiene una adecuada homogeneización y no está en el estado adecuado para la siguiente operación. Posterior a esto, se encuentra en la misma línea una parte de la máquina, llamada “molino de tres rolos” que ha sido excluida actualmente del proceso, ya que por una falta de estandarización en el proceso los operadores consideran que esta parte es irrelevante, por lo que esta máquina está haciendo más espacio en la línea y aumenta el transporte del material en proceso a la siguiente estación.

Por otro lado, en el área de la extrusora, los operadores se han visto en la necesidad de reprocesar más de 3 veces la barra para eliminar los grumos contenidos en el lote. Esto trae como consecuencia igualmente tiempo de ocio y demora en los demás procesos.

5.1.1 Diagrama de flujo

El proceso de fabricación de semisólidos pasa por distintas etapas antes de ser empacado y llevado al almacén. Inicia con la pesada de materias primas cuya finalidad es obtener la cantidad exacta de material que se va a utilizar en el proceso, obteniéndose ésta del contenedor primario que llega a la empresa por el proveedor y finaliza con el empaque del semisólido.

Las operaciones con mayor criticidad en este proceso son mezclar y extruir, debido a que son las que más tiempo se toman para completar. En la figura 1 se muestra de forma gráfica las operaciones de este proceso.

LEYENDA

MP= Materias Primas

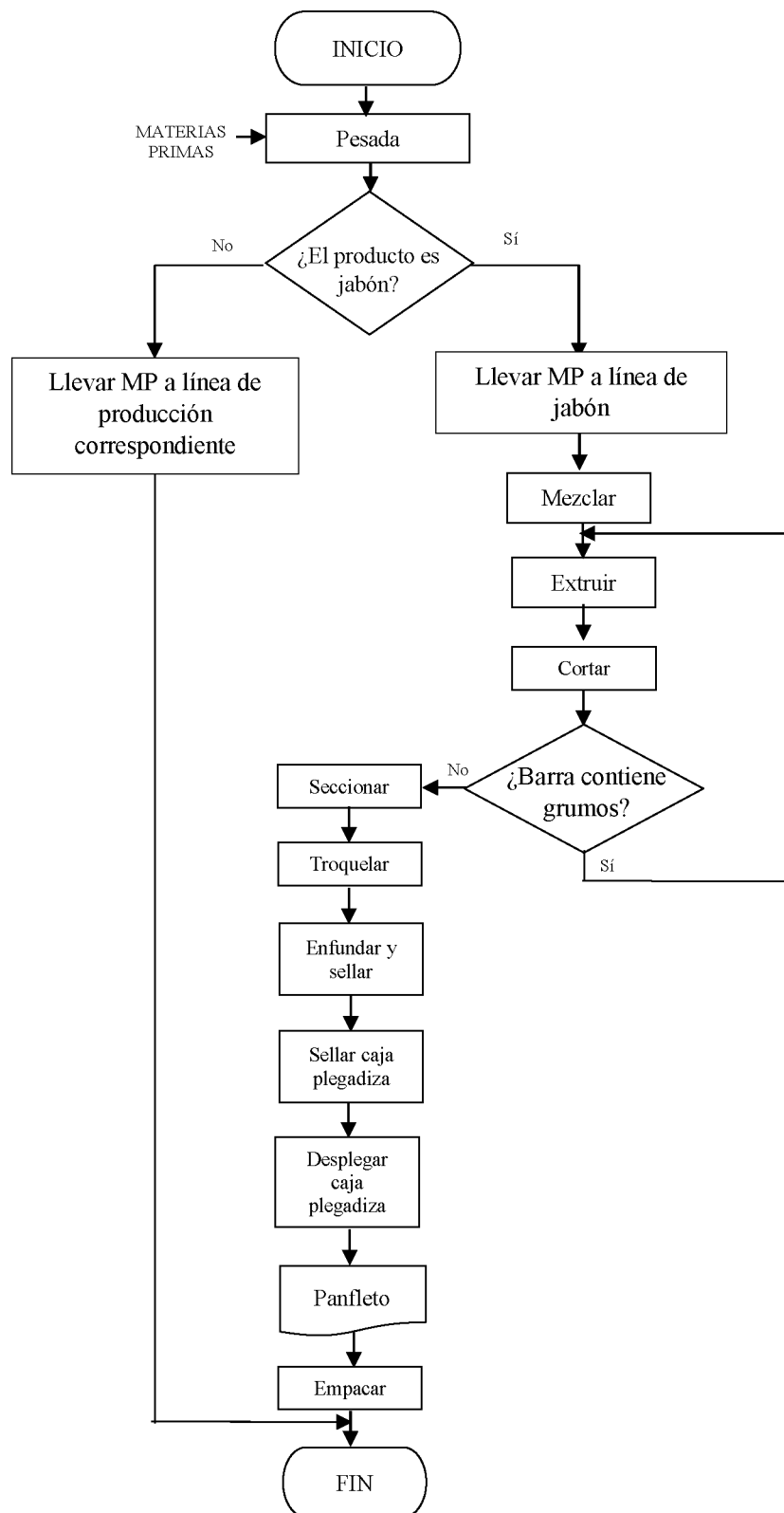


Figura 1. Diagrama de flujo proceso de semisólidos.

5.1.2 Descripción de las etapas del proceso

Para la fabricación del jabón pasta se realiza el siguiente proceso:

Pesar materias primas:

En este proceso, el auxiliar de almacén utiliza la balanza de precisión para entregar a los operadores la cantidad exacta de insumos que utilizarán en la producción y que coincida con la información del Formulario de pesada y repesado de insumo y con la salida.

El operador registra el peso bruto obtenido en el Formulario de pesada y repesado de insumo y resta el peso obtenido del valor de la tara que viene indicado en la etiqueta de identificación de insumos para registrar el peso neto. Una vez completa las repesadas, el operador completa en la parte inferior, firmando donde le corresponda.

El operador después de repesar cada uno de los insumos entregados, avisa al inspector de proceso para la verificación y aprobación.

Mezclar:

El operador coloca los insumos en la mezcladora con la finalidad de triturar la viruta y mezclar los demás insumos necesarios para fabricar el jabón pasta. Procede a cerrar la tapa de la mezcladora y encenderlo. Para cerrar el contenedor, el operador baja la tapa y coloca los seguros que se encuentran a ambos lados del contenedor. Si la viruta no queda triturada, debe de dejarla por más tiempo hasta que obtenga el triturado deseado.

Las cuchillas de la mezcladora están soportadas por un conjunto de rodamientos de rodillos de servicio pesado y son accionadas por grupos separados de motor reductores. El recipiente de mezcla está revestido para aplicaciones de calentamiento y enfriamiento y mecanizado para garantizar un espacio mínimo entre la cuchilla y el recipiente.



Figura 2. Contenedor y seguros del contenedor.

La mezcladora es proyectada para mezclar hasta 10 kilos de virutas de jabón pasta por carga y tiene un volumen de 28 litros. Las virutas de jabón pasta son mezcladas en la máquina con color, perfume y otros ingredientes para la formación del jabón. Al terminar el proceso, la mezcladora es volcada para la descarga. Todas las partes en contacto con el producto son de acero inoxidable AISI/304 y la potencia instalada es de 0.75 kW. La temperatura de la mezcladora según lo establecido en el ajuste de la máquina debe encontrarse en un rango de 16° C a 19° C. Para desmontar la mezcla del contenedor, se gira la perilla que dice “DOWN” en dirección opuesta a las manecillas del reloj, hasta que quede en posición y fácil acceso para sacar la mezcla. Cuando ya no quede mezcla en el contenedor, se procede girar la manecilla en sentido del reloj para devolverla a su posición original.



Figura 3. Perilla para desmontar mezcla.



Figura 4. Descarga de viruta para siguiente proceso.

Extruir:

El operador alimenta la extrusora, agregando la mezcla a la cámara 1 o boca de la extrusora, que se encarga de homogenizar la mezcla previamente elaborada, por medio de flujo continuo con presión y empuje, hasta que salga la barra homogénea por la cámara 2 o cámara de vacío.

El cono tiene un diámetro de 100mm. La máquina produce una barra continua y la potencia instalada es de 1.1 kW.

El operador agrega directamente de la funda, la mezcla a la extrusora y debe de asegurarse de que no se creen huecos o espacios vacíos en la cámara donde se alimenta la máquina. En caso de que se cree algún hueco, el operador mueve y acomoda la mezcla en la cámara con ayuda de una espátula. La mezcla pasa por medio de la malla y cae en la cámara de vacío.



Figura 5. Alimentación de viruta a la extrusora en la cámara 1.

La velocidad de la máquina es mandada por un pomo RPM (rotación por minuto) que controla el inversor de frecuencia. Los RPM de la máquina son visualizados sobre el panel apropiado.

Encendido y funcionamiento de la extrusora.

Se enciende la máquina girando el interruptor principal en “On”.

Luego del encendido de la maquina se verifica la presión de la extrusora accionando la válvula de vacío que se encuentra en el lateral derecho de la máquina.

La presión de la extrusora se verifica en la válvula que se encuentra sobre la máquina. Debe de estar conforme a la hoja de ajuste de la máquina. El rango establecido es un mínimo de 8 psi y un máximo de 9 psi.



Figura 6. Manómetro de presión de la cámara 1.

Luego de que se alimenta la máquina por la boca de la extrusora, se activa la máquina presionando el botón 3.

Cuando la máquina presente puente (hueco en el tornillo) de viruta en la cámara de extrusión, se detienen ambas cámaras de extrusión y se cierra la válvula de vacío, se abre la puerta y se acomoda la viruta.

Botón 1: es parada de emergencia.

Botón 2: es la luz que se enciende cuando se activa la parada de emergencia.

Botón 3: este activa el funcionamiento y pone en marcha la extrusora.

Botón 4: es el que frena o para la extrusora.

Botón 5: este sirve para regular la velocidad de la extrusora. Hacia la derecha incrementa la velocidad de la extrusora y hacia la izquierda disminuye.

Botón 6: activa (1) o desactiva (0) la cámara de vacío.

Para accionar nuevamente la máquina, cierre la puerta, active la cámara de vacío accionando la válvula al lado del manómetro y por último, accione la marcha de la extrusora (botón 3)



Figura 7. Panel de pulsadores.

Extracción del jabón desde el cono.

Al final de cada ciclo de trabajo, el jabón que queda en el interior del cono tiene que ser quitado.

Mientras la máquina está parada, el operador tiene que inmediatamente abrir el cono de extrusión, porque al enfriarse el jabón, crea dificultades en esta operación.

Para abrir el cono se debe verificar que el cono esté frío y girar en posición 0 el selector “Calentamiento Cono” y esperar unos minutos. Destornillar los tornillos que bloquean el cono de extrusión y empujar el cono de manera que gire sobre la bisagra de fijación.



Figura 8. Cono de la extrusora.

El operador, por medio de la puerta, se asegura de que no se encuentren espacios vacíos.

En caso de que en algún momento se encuentre un vacío en el tornillo, se regula la velocidad de acuerdo a lo establecido en la hoja de ajuste de la máquina, estando en un rango de 14rpm a 16rpm.

Si la cámara se encuentra llena o genera un puente vacío, el operador procede a abrir la válvula de aire comprimido, parar la máquina y abrir la puerta, para con ayuda de una espátula acomodar la mezcla en la cámara.

Una vez solucionado el problema, se cierra la puerta, se activa la cámara de vacío y se pone en marcha la extrusora nuevamente.

Encendida la máquina, la barra continua sale por el cono. Si el operador observa que la barra no se encuentra homogénea y en el estado adecuado, procede a realizar pequeños cortes a la misma, para volverla a reprocessar y echarla en la cámara de vacío 1. Este proceso se realiza la cantidad de veces que el operador considere necesario dependiendo del tipo de viruta a utilizar.



Figura 9. Corte de la barra.

Cuando la barra está lista, habiéndola reprocesado varias veces, el operador realiza el corte con la espátula de un largo adecuado y lo coloca en el siguiente proceso para su seccionamiento.

Se enviará al Departamento de Control de Calidad una muestra de 10 gr de jabón pasta para realizar la prueba de humedad a cada partida que se fabricará.



Figura 10. Barra continua saliendo del cono.

Seccionar:

El operador coloca la cortadora en el tamaño correspondiente, según la longitud establecida en la especificación del producto fabricado. El operador toma la barra continua, la coloca en la pieza guía y procede a cortarla del tamaño correspondiente. Según lo establecido, la longitud adecuada según la especificación es de 7.8 cm.

Las secciones de jabón aptas para la siguiente etapa, son colocadas en el contenedor azul, destinado a continuar el proceso, y los restantes de la barra se colocan en el contenedor rojo para su reprocesamiento.



Figura 11. Operador seccionando barra.

Troquelar:

Se toma la barra seccionada de jabón y se coloca en el molde de la troqueladora, con el objetivo de tener la forma deseada para el consumo final. Luego de colocar la barra en el molde, el operador baja la puerta de seguridad de la troqueladora y la acciona.

La troqueladora de laboratorio hidráulico es una estampadora semi-automática con capacidad de más de 1000 kg/h de fuerza y por eso puede estampar cada tamaño de jabón.

Antes de iniciar, el operador debe asegurarse de que los moldes de la troqueladora estén escarchados y que la temperatura de la máquina se encuentre dentro de los parámetros establecidos en la hoja de ajustes correspondiente, en un rango de -9°C a -10°C .

Para accionar la máquina, el operador presiona de manera simultánea los botones que dicen “MARCHA” (negros) que se encuentran a cada lado de la máquina. El operador deja que la máquina haga la unión de los dos moldes que le dan forma al jabón y cuando se separan, el operador procede a abrir la puerta y retirar el jabón. El proceso de troquelado de la prensa toma un tiempo establecido de 1 a 3 seg. aproximadamente. Posterior a esto, el operador retira los restos del jabón y lo coloca en una cesta de almacenamiento (bin) roja. En caso de que la barra de jabón no este apta para ser enfundada, se rechaza y se coloca en la cesta de almacenamiento (bin) roja.



Figura 12. Operador troquelando la barra de jabón.

Enfundar y sellar:

El operador toma la barra de jabón ya troquelada y la pesa, abre la bolsa de plástico en la que se va a enfundar la barra y cuidadosamente lo desliza dentro de esta, se sella la bolsa y se coloca en la banda transportadora.



Figura 13. Operador sellando la bolsa plástica.

Empacar:

El operador sella y despliega la caja plegadiza, para posteriormente pasarla al siguiente operador. Se toma el jabón y un panfleto impreso y se introduce en la caja plegadiza, para al final del proceso colocarlas en la caja corrugada. Todo este proceso se hace manual.

5.1.3 Árbol de problemas

Al realizar el árbol de problemas identificamos que existe un alto tiempo de espera en la línea de producción, lo que provoca un desequilibrio en el balanceo y como resultado, el tiempo y los costos de producción incrementan.

Los principales efectos son los atrasos en la entrega de materia prima por parte de almacén por lo que la línea se queda en tiempo de ocio mientras llega la carga, el tiempo improductivo al reprocesar la barra de jabón en la extrusora por no estar la mezcla homogenizada y la baja capacidad en la estación de la mezcladora.

Al haber un alto nivel de materia prima en proceso como principal causa en los desperdicios se realizará un análisis en el diagrama de espina de pescado y más luego en el diagrama de pareto, el flujo del proceso será explicado de manera más detallada en la distribución de las instalaciones y la capacidad por estación en el diagrama de precedencia.

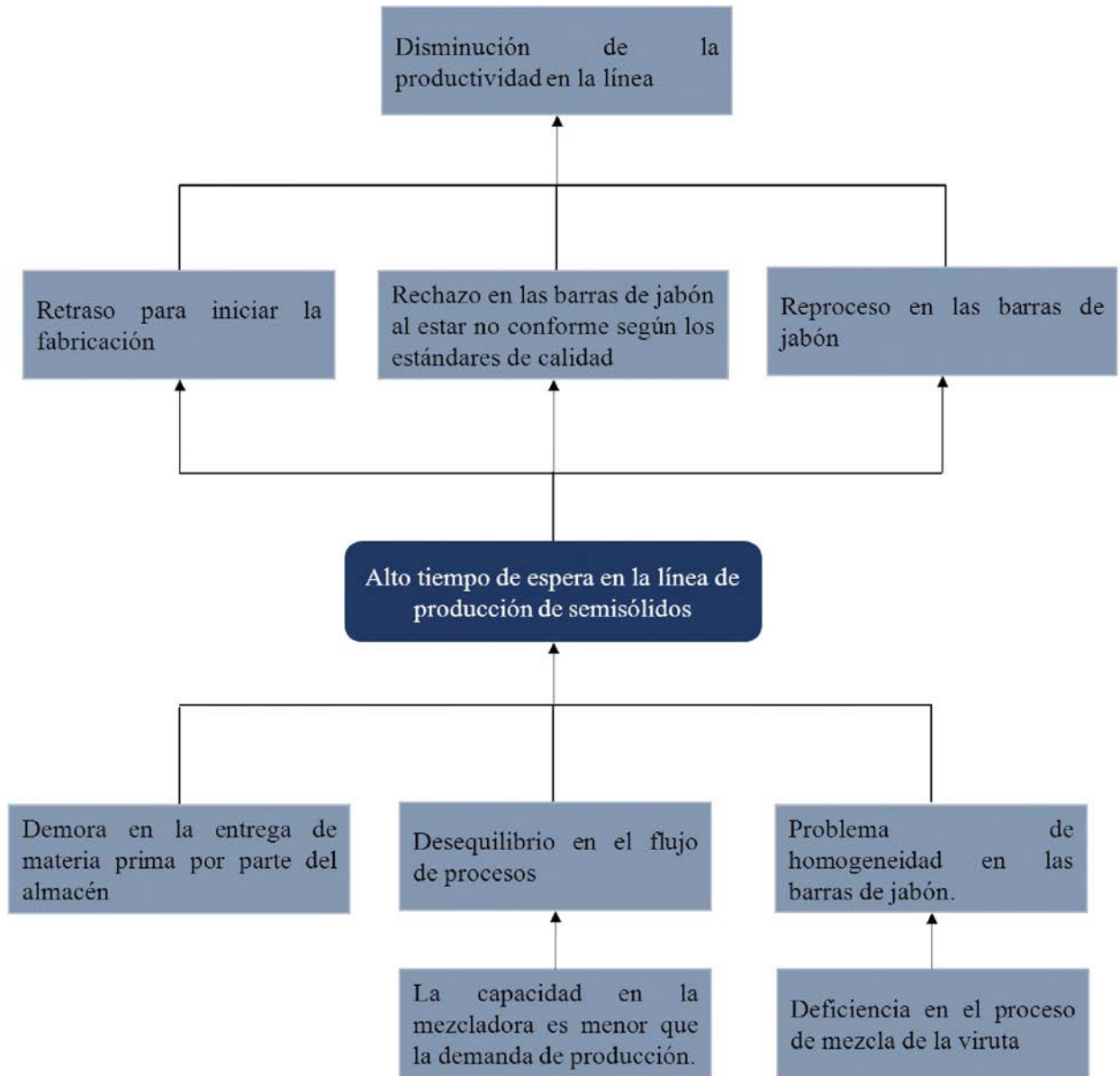


Figura 14. Árbol de problemas.

5.1.4 Los 5 porqués

Los 5 porqués, metodología creada por Toyoda para buscar el origen de un problema, han sido utilizados en esta investigación para identificar la causa raíz del alto tiempo de espera en la línea de producción de semisólidos simplemente preguntando cinco veces el porqué de esta oportunidad de mejora. En caso de ser necesario, la técnica de los “cinco porqués” puede continuar con más preguntas, ya que este valor no es fijo; lo primordial es determinar la causa raíz del defecto.

En el estudio se analizó uno de los factores primordiales que origina el alto tiempo de producción en la línea y se llegó a la conclusión de que la máquina encargada de la homogeneización de la mezcla de jabón pasta no se utiliza actualmente (molino de tres rolos), y esto genera que los operadores se vean en la necesidad de reprocesar varias veces el lote de producción, aumentando de esta manera el tiempo de producción. Una de las mejoras propuestas para su optimización es la utilización de esta máquina. Más adelante se comprobará la repercusión significativa de la implementación de este proceso.

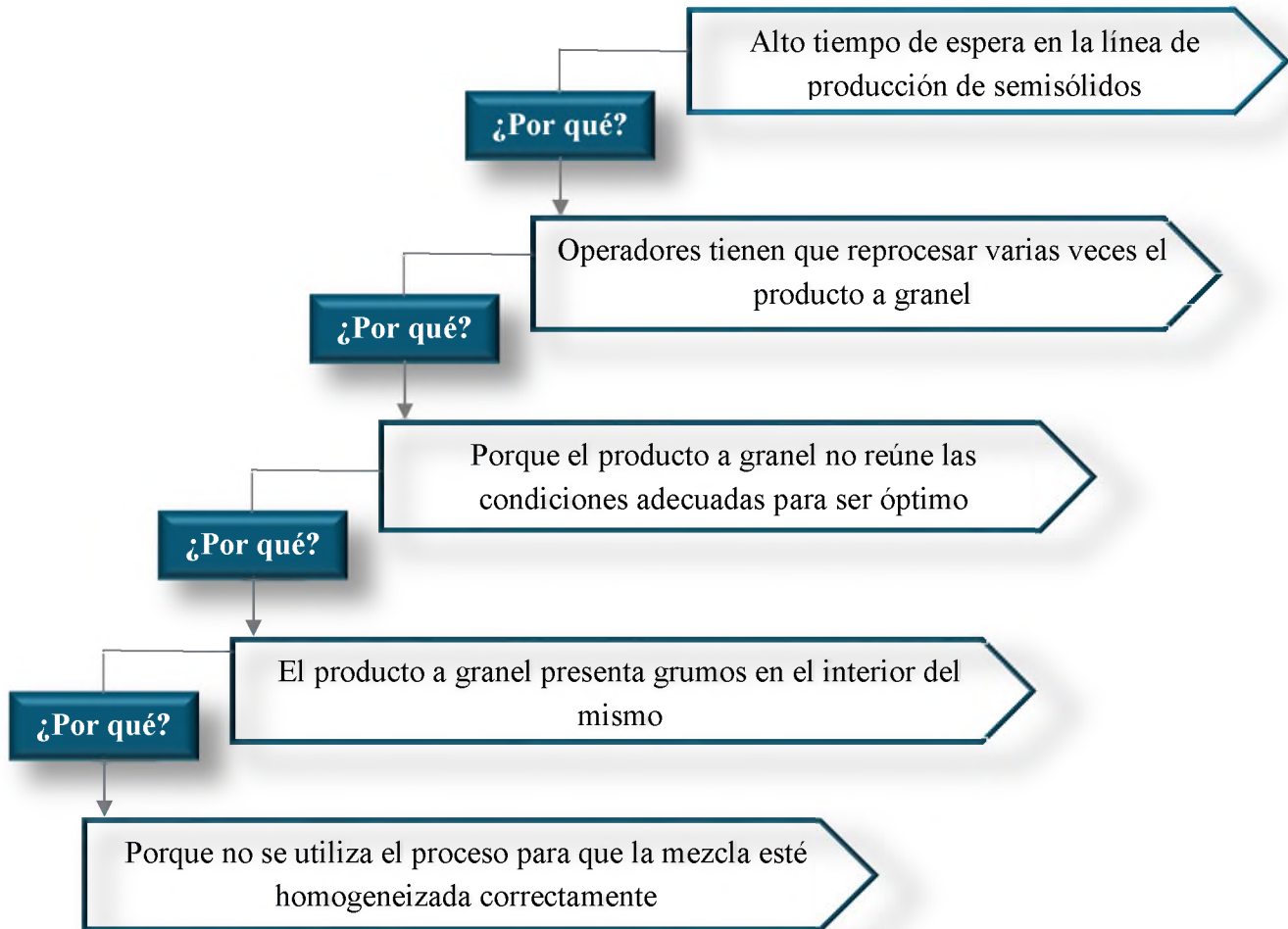


Figura 15. Diagrama de los 5 porqués.

5.1.5 Distribución de las instalaciones

Para el diseño y la distribución de las instalaciones del área se tomó en cuenta la secuencia que lleva cada operación y el orden lógico del mismo. Cuenta con 2 puertas esclusas destinadas para que la presión del aire y la temperatura permanezcan estables dentro del área a fabricar, siendo una de ellas para la entrada del personal y la otra puerta para los materiales. La máquina está conformada por las siguientes partes:

1. Mezcladora
2. Molino de 3 rolos
3. Extrusora
4. Cortadora manual
5. 2 troqueladoras hidráulicas

Al final del proceso tienen colocadas dos selladoras encargadas sellar las bolsas de plástico mediante la presión y el calor y luego se encuentra el área de empaque donde se realiza el empaque final al producto. Todas las operaciones suman un total de 10 operadores en el área de trabajo.

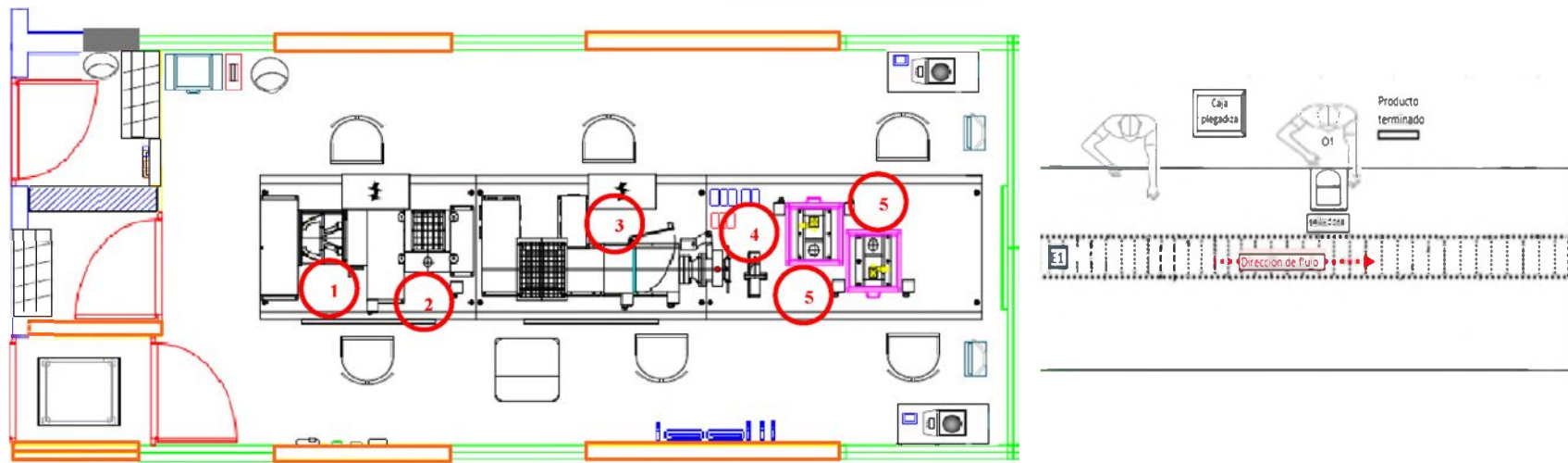


Figura 16. Vista en planta del área de manufactura de semisólidos.

5.1.6 Diagrama de Ishikawa o espina de pescado

En adición a la metodología de los 5 porqués, se ha realizado el diagrama de Ishikawa para identificar con más profundidad las causas raíces del problema en cuestión, obteniendo así los defectos que presenta actualmente la línea de semisólidos y de esta forma enfocarnos en los más importantes y poder mitigarlos.

En el figura 17 se observa en la categoría de “Medio ambiente” que no se encuentra ningún problema, ya que el ambiente se encuentra controlado.

Por otra parte, en la categoría “Medición” identificamos que no existe un sistema para identificar el desprendimiento de partículas en la malla del sinfín.

En la categoría “Mano de obra” no se ha identificado ningún problema.

En la categoría “Método” el movimiento del trabajo en proceso (WIP) entre una estación a otra no es el más óptimo, ya que el operador encargado de cortar la barra es quien pasa el WIP al operador de la operación troquelar, etc. Además, identificamos que la velocidad de la extrusora no es la más apropiada, debido a que el proceso en esta operación dilata las demás. Identificamos que no existe un proceso que permita identificar la homogenización adecuada en la mezcla.

En la categoría de “Materiales” observamos como problemas la falta de entrega a tiempo de la materia prima que el almacén trae a la línea de producción, ya que al momento de continuar a trabajar con otra partida los operadores toman un tiempo de espera para que los auxiliares de almacén le suministren la materia prima que necesitan para continuar su labor.

En la categoría de “Maquinaria” identificamos como problemas una prolongada duración de la materia prima en la mezcladora, retrasando las demás operaciones de la línea.

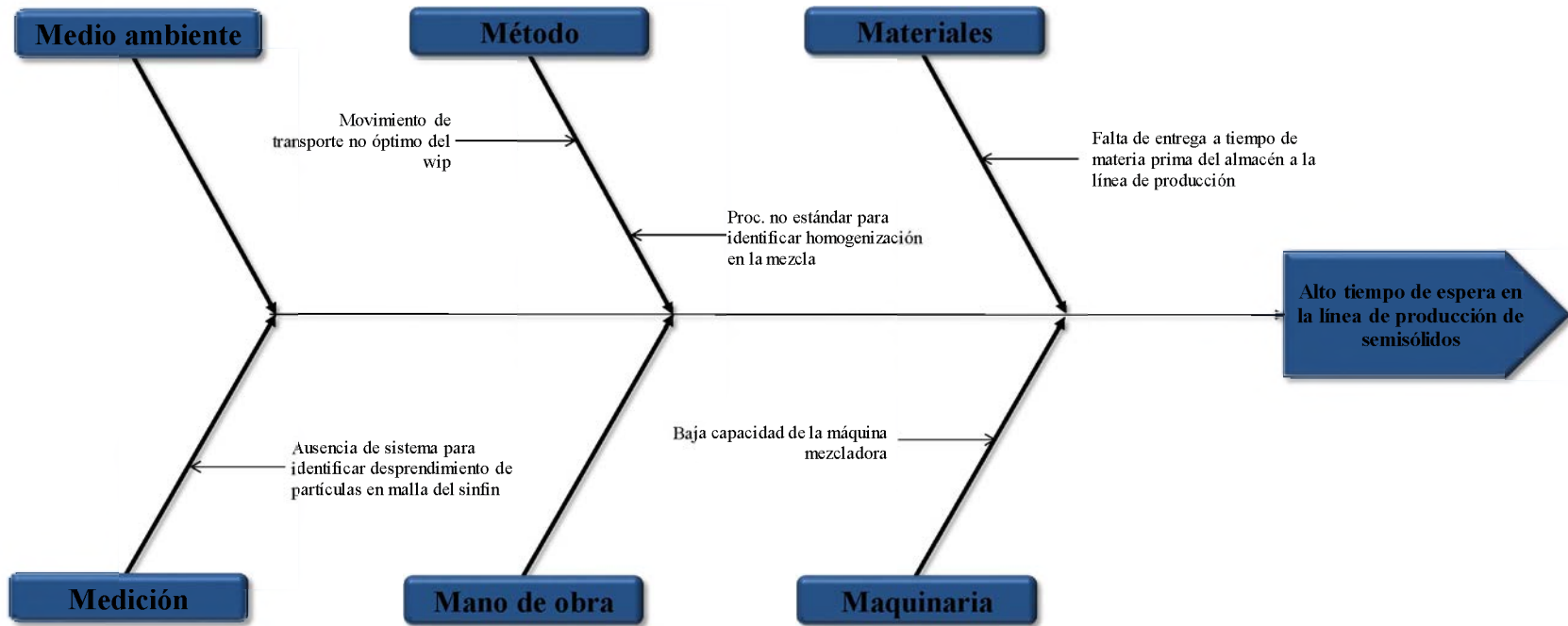


Figura 17. Diagrama de Ishikawa o espina de pescado.

5.1.7 Estudio de tiempos

Para realizar este estudio de tiempos, por medio del método continuo se utilizó el cronómetro para medir las actividades a tiempo real en el flujo del proceso de la operación, aplicando el método de calificación de velocidad del sistema Westinghouse.

El tamaño de la muestra es un proceso de vital importancia para determinar la confiabilidad del estudio de tiempos. Existen dos tipos de métodos para determinar el número de observaciones: el método tradicional y el método estadístico. Para este estudio se utilizó el método tradicional, ya que existe mejor exactitud. En primer lugar, para este método se realizó una muestra tomando 30 lecturas si los ciclos son \leq a 2 minutos y 14 lecturas si son $>$ a 2 minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar. Segundo, se debe calcular el rango o intervalo de los tiempos de ciclo, es decir, restar del tiempo mayor el tiempo menor de la muestra. Posterior a esto, calcular la media aritmética o promedio. Y por último, hallar el cociente entre rango y la media.

La toma de tiempo consiste en dejar correr el cronómetro desde que se empieza la tarea hasta que se termina, registrando el tiempo total. Para llevar a cabo este estudio, los tiempos fueron medidos en minutos decimales para las operaciones que fueran de ciclo largo y segundos para las de ciclos cortos, respectivamente, tomado de esta manera según lo establecido en nuestra referencia bibliográfica. Cada operación fue subdividida en actividades más pequeñas, para tener mejor exactitud de los tiempos medidos, y de esta manera atacar las actividades con mayor demora en el proceso. El tiempo establecido por cada turno de trabajo es de 8 horas, reduciendo 30 minutos por tolerancia personal del operador.

En cada una de las operaciones subdivididas dentro del flujo del proceso se calculó el tiempo promedio que es el cociente de la sumatoria de todas las observaciones entre el número de sumandos. El tiempo normal, multiplicando el tiempo del elemento por el porcentaje de la calificación del operador. El rango, obtenido de restar el valor máximo de las observaciones del valor mínimo.

El tiempo estándar por unidad se obtuvo a través de la sumatoria de cada operación en el tiempo normal multiplicado por la calificación asignada por el desempeño del operador y tolerancias recomendados por nuestra referencia bibliográfica y equivale el tiempo total en minutos decimales para la producción de los jabones (ver anexo 3).

Operación: Fabricar

Característica:

a) Producto Terminado: Semisólido

Leyenda:

- O1** Operador hace mezclado
- O2** Operador alimenta la primera etapa (extruir)
- O3** Operador hace corte de la barra
- O4** Operador secciona la barra
- O5** Operadores hacen el troquelado
- O6** Operadores sellan y hacen primer empaque

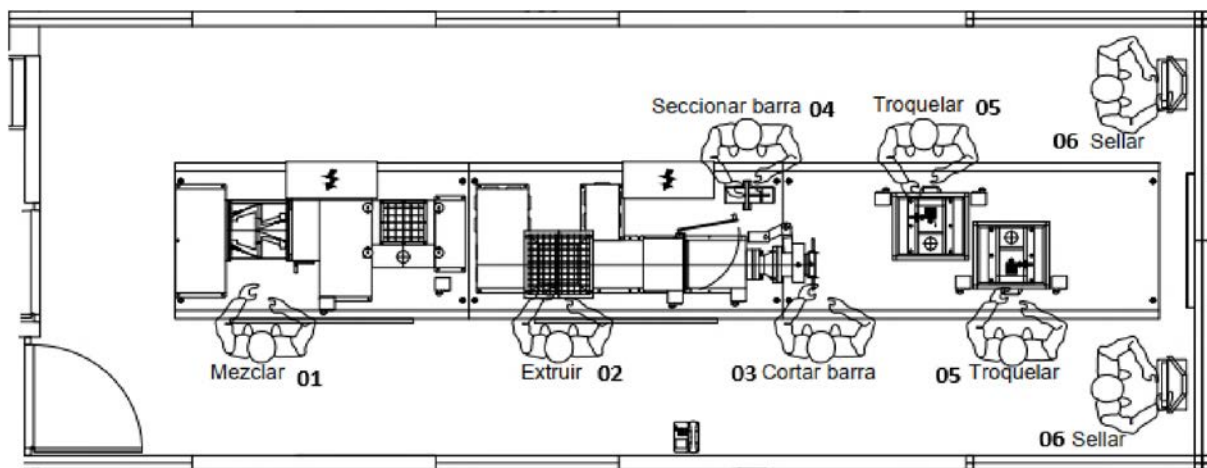


Figura 18. Vista en planta del proceso de manufactura de semisólidos.

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

5.1.8 Diagrama de operaciones del proceso







En la realización del diagrama de procesos en cada una de las operaciones se determinó la secuencia en el flujo del proceso en tiempo continuo, se identificó si el operador realizó una operación, transporte, inspección, demora o almacenamiento para así identificar los principales detractores en la línea de manufactura de semisólidos.

Tabla 2 Diagrama de operaciones del proceso de semisólidos

Departamento: Semisólidos										
Realizado por: Mayra Frias y Laura Rodríguez										
Operaciones: mezclar, extruir, cortar, seccionar, troquelar y sellar										
Método: Actual		X								
Propuesto										
No.	Descripción de la actividad	Operación	○	→	□	D	▽	⊗	Tiempo (min. decimales)	Observación
1	Abrir puerta y tomar funda (Almacén de materia prima)	Mezclar					X		0.320	
2	Transportar a mezclador			X					0.209	
3	Echar MP-VJP en el mezclador			X					1.271	
4	Cerrar tapa de mezclador y encender máquina			X					0.232	
5	Llenar cartilla de control e inspección de materia prima							X	0.886	
6	Verter y mezclar MP-PGL y MP-GLC			X					0.809	
7	Moler MP-PCM			X					1.579	
8	Transportar MP-CNO a balanza con pesa				X				0.201	
9	Pesar MP-CNO			X					0.187	
10	Transportar MP-CNO a línea principal				X				0.162	
11	Verter H2O en probeta plástica			X					0.233	
12	Transportar probeta plástica a mezclador				X				0.114	
13	Echar H2O en mezclador			X					0.313	
14	Inspeccionar mezclador					X			0.186	
15	Echar H2O e inspeccionar mezclador							X	1.517	
16	Verter H2O en probeta plástica			X					1.562	
17	Demora por mezclador (mezclando materia prima)						X		55.043	
18	Verter MP-ESL en mezclador			X					0.313	
19	Verter MP-GLC en mezclador			X					0.266	
20	Echar H2O en bolsa plástica y mezclar con MP-CNO			X					0.422	
21	Echar disolución en mezclador			X					0.514	
22	Echar H2O en bolsa plástica y mezclar con MP-CNO			X					0.459	
23	Echar disolución en mezclador (otra vez)			X					0.519	
24	Echar mezcla en funda plástica			X					1.649	
25	Transportar mezcla a extrusora				X				0.088	
26	Operador 02 echa mezcla en extrusora	Extruir	X					6.966		
27	Operador 03 corta barra para reprocesar e inspeccionar							X	23.029	
28	Cortar barra para siguiente operación		X					5.342		
29	Operador 04 toma barra de jabón pasta	Seccionar	X					0.167		
30	Seccionar barra			X					0.018	
31	Pasar wip a operador 05			X				0.167		
32	Operador 05 toma wip y troquela	Troquelar	X					0.251		
33	Retirar exceso de viruta del jabón pasta			X					0.050	
34	Operador 06 toma jabón pasta y toma funda plástica	Sellar	X					0.110		
35	Sellar jabón pasta y colocar en banda transportadora			X					0.114	
36	Transporte a empaque	Empacar		X				0.033		
37	Tomar wip, panfleto y caja plegadiza y empacar jabón pasta			X					0.177	
Total			24	7	1	1	1	3	105.478	

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

RESUMEN

Símbolos	Número	Tiempo (min. decimales)
	24	23.52
	7	0.98
	1	0.19
	1	55.04
	1	0.32
	3	25.43
Total	37	105.48

LEYENDA

P/N	Descripción	Cantidad	Unidad
H2O	Agua	25	gr
MP-VJP	Viruta jabón pasta	10	kg
MP-PGL	Propilenglicol (líquido transparente)	0.25	kg
MP-ESL	Esencia lavanda (líquido amarillento transparente)	0.05	kg
MP-GLC	Glicerina (líquido transparente)	0.2	kg
MP-PCM	Paraclorometaxilenol (polvo blanco)	0.09	kg
MP-CNO	Color naranja oscuro (polvo naranja)	0.15	gr

Elaboración propia.

5.1.9 Diagrama de precedencia

Antes de realizar el balanceo en la línea de producción a estudiar se debe realizar un diagrama de precedencia para mostrar las tareas con sus referentes tiempos y capacidad por estación en un turno mostrando la sucesión de tareas según su duración, dependencia y tiempos ociosos.

El cálculo de la capacidad por estación está basado en el estudio de tiempo y es el resultado del tiempo normal proveniente del promedio de las observaciones, es decir, el tiempo estándar por estación en segundos. En la *Figura 19* se podrá observar el desglose de las tareas con su respectiva duración.

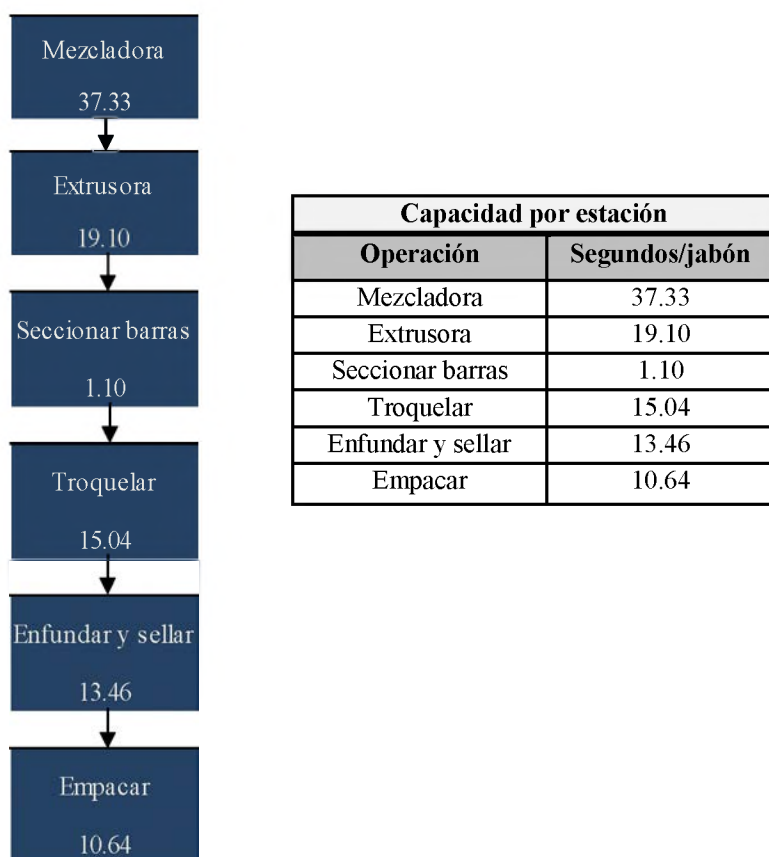


Figura 19. Diagrama de precedencia.

5.1.10 Balanceo de línea

A partir de los estudios de tiempo y el diagrama de precedencia se obtiene la información para realizar el balanceo, primero identificamos la información de tasa de tiempo esperada o takt time con el cálculo del tiempo neto por turno entre la cantidad demandada para producir.

Para el cálculo de la tasa de producción esperada o takt time se investigó en la OEE (Eficacia general del equipo), no es más que una representación del rendimiento de las operaciones que se compone de tres indicadores clave de rendimiento: tasa de disponibilidad (desgloses, cambios), tasa de producción (paros menores, pérdidas de tiempo de ciclo) y tasa de calidad (retrabajo, desecho).

En la tasa de disponibilidad y la tasa de producción partimos de la *figura 22* en el Pareto de horas improductivas del mes de agosto y los días laborados en horas del respectivo mes de agosto, es decir 120 horas, por lo que en cada detractor se obtuvo la tasa mediante el cálculo de las horas improductivas o de ocio menos las horas disponibles entre la sumatoria de las horas improductivas o de ocio más las horas disponibles. Con la tasa de calidad nos referimos a la *tabla 5* y en cada orden efectuada se realizó inspección por lo que salieron unidades conformes o no conformes, el cálculo realizado en cada orden fue el total de unidades de jabones producidos menos los jabones rechazados entre la sumatoria de los jabones producidos y los jabones rechazados.

La *tabla 3* demuestra los detractores que influyen en la producción de semisólidos por lo que la multiplicación de cada uno de ellos en la tasa de disponibilidad 59.95%, la tasa de calidad 85.49% y la tasa de producción 41.58% es de 21.31%.

Tabla 3 *Indicadores de rendimiento*

Tasa de disponibilidad	
Acondicionamiento	88.98%
Limpieza malla del sinfín	90.48%
Aire comprimido	91.24%
Cambio de turno	92.23%
Malla tapada	94.59%
Cambio de mezcla	95.12%
Ajustando	98.35%
Tasa de disponibilidad 59.95%	
Tasa de calidad	
PG-JBP 2/8/2019	91.27%
PG-JBP 13/8/2019	97.64%
PG-JBP 19/8/2019 - 30/2018	95.92%
Tasa de calidad 85.49%	
Tasa de producción	
Refinando viruta	61.86%
Esperando pesada	77.47%
Mezclando viruta	90.01%
Otros	96.40%
Tasa de producción 41.58%	

Elaboración propia.

El tiempo neto es igual a 27,000 segundos (7.5 horas) ya que en la línea tiene media hora de almuerzo por el 21.31% calculado anteriormente nos da un resultado de 5,753.81 segundos entre la demanda diaria a producir, como referencia se tomó la demanda del mes de agosto que equivale a 9,680 jabones dividido entre los 16 días laborables en la línea y el resultado es de 605 jabones diarios a producir.

El cálculo de la tasa de producción esperada se calcula partiendo del tiempo neto calculado anteriormente 5,753.81 segundos entre la demanda diaria de jabones a producir 605 que equivalen a 19.02 segundos/unidad.

La *Figura 20* muestra que el tiempo estándar en la mezcladora no cubre la demanda diaria de jabones ya que sobrepasa la tasa de producción esperada, al ser el cuello de botella que marca el ritmo en la línea de producción provoca que la línea de estudio en este proyecto tenga una ineficiencia en el cumplimiento de la demanda mensual y por ende pérdida para la empresa.

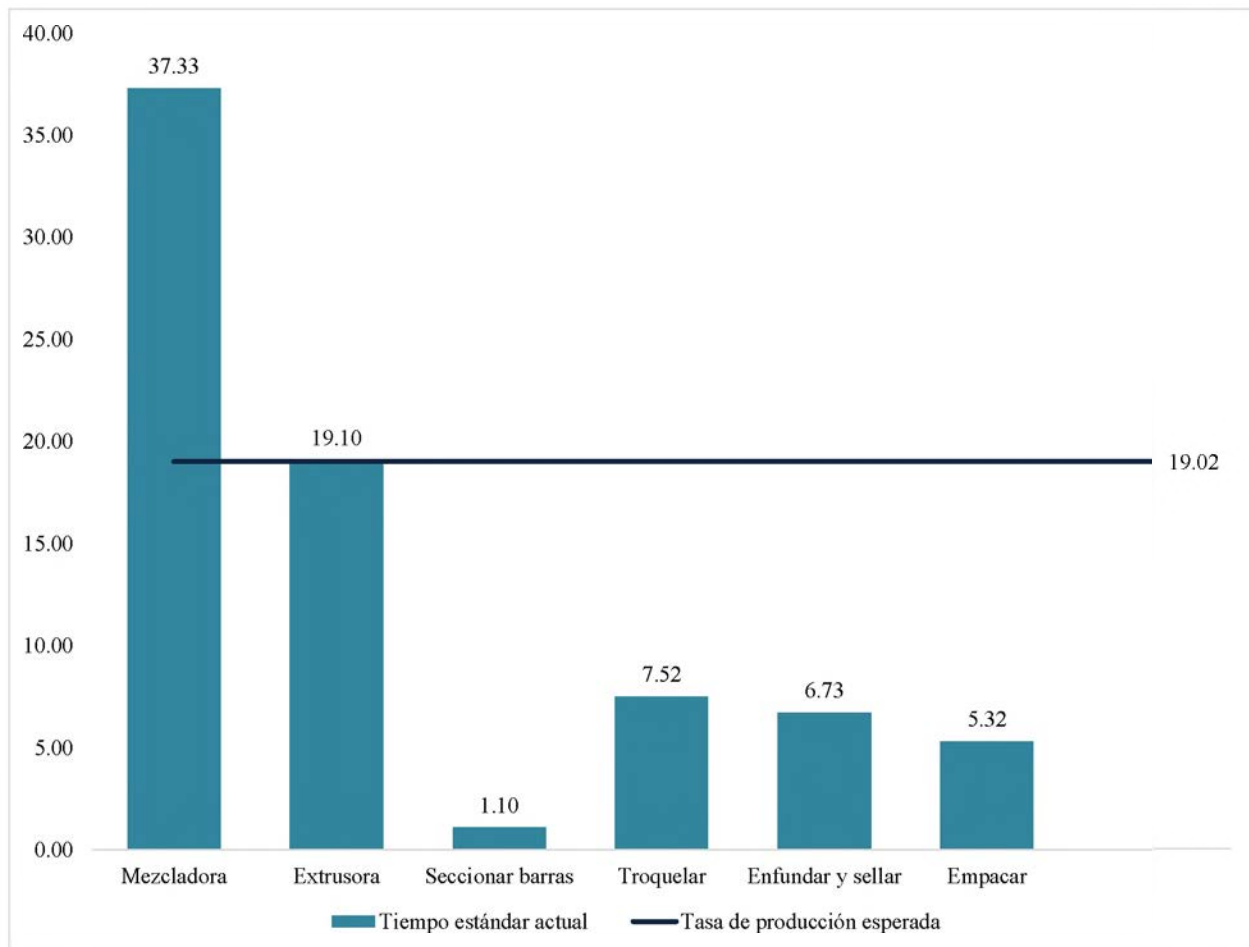


Figura 20. Diagrama de balanceo de línea actual.

5.1.11 Capacidad por turno

La *figura 21* muestra la capacidad por turno mediante el cálculo de la sumatoria de los tiempos de cada operación que es 96.68 segundos.

El cálculo de capacidad por turno se realiza con el tiempo neto (5,753.81 segundos) calculado anteriormente partiendo de la *tabla 3* menos el tiempo que se tarda una unidad de jabón en fabricarse 96.68 segundos es igual a 5,657.13 segundos entre el cuello de botella que es la mezcladora con una capacidad por turno de 37.33 segundos/unidad obtenemos un resultado de 151 jabones por turno más 1 jabón que equivale a los 96.68 segundos que se tarda en fabricar un jabón de la resta anterior. En base a estos cálculos la capacidad actual por turno en la línea es de 152 jabones.

Partiendo del tiempo neto 5,753.81 segundos se divide entre los segundos que la mezcladora dura para realizar un jabón 37.33 y se obtiene de resultado 154 jabones que la mezcladora puede realizar en un turno, al pasar a la siguiente estación el tiempo neto es restado por los 37.33 segundos que tardó la mezcladora al realizar una unidad de jabón, resulta ser 5,716.48 segundos entre los segundos que la extrusora dura para realizar un jabón 19.10, esto equivale a 299 jabones que la extrusora puede realizar en el turno, en las siguientes estaciones se realizó el cálculo sucesivamente, la *figura 21* muestra la capacidad por turno de cada estación.

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

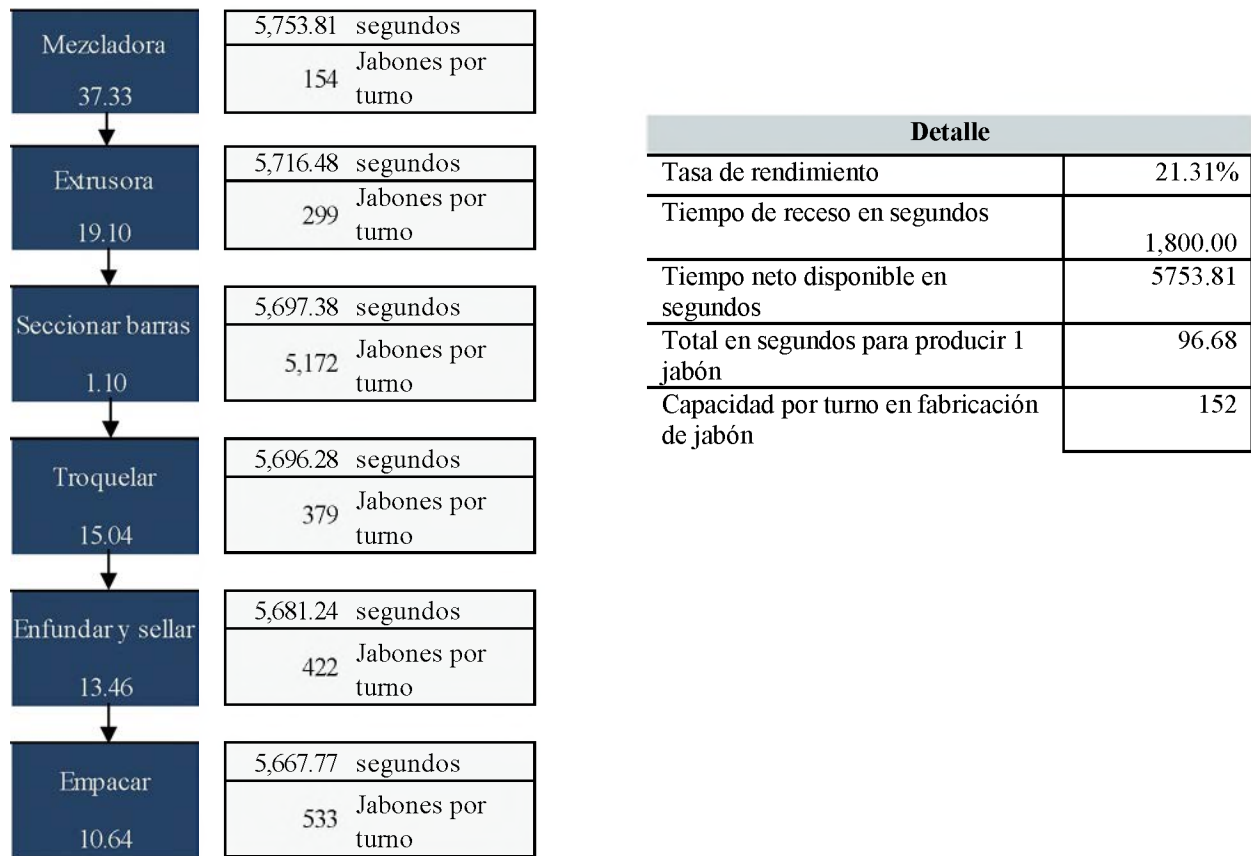


Figura 21. Diagrama de precedencia y capacidad por estación.

5.1.12 Tiempo improductivo

El tiempo improductivo, es decir, el período de tiempo dónde no se ejecuta un trabajo eficaz, puede estar derivado por numerosos factores, tanto externos al trabajador como derivados de un proceso ineficiente en la línea de producción.

La tabla 4 presenta los detractores identificados en el proceso de manufactura de semisólidos en el mes de agosto del 2019, la misma revela el 20% de los detractores que afectan un 80% del tiempo de producción en el proceso de manufactura de semisólidos. Para identificar el 80% de los detractores trazamos una línea recta horizontal de color rojo al 80% en el eje de porcentaje. Esta línea horizontal intersectará la curva de la frecuencia relativa acumulada, y de esta manera podremos atacar las causas que se encuentren dentro de este porcentaje y que afecta el tiempo productivo en la línea.

Tabla 4 *Tiempo improductivo en el mes de agosto 2019*

Detractores	Horas improductivas	Frecuencia Relativa Acumulada
Refinando viruta	28.28	31.52%
Esperando pesada	15.23	48.50%
Arranque	7.00	56.31%
Acondicionamiento	7.00	64.11%
Mezclando viruta	6.31	71.14%
Limpieza malla del sinfin	6.00	77.83%
Aire comprimido	5.50	83.97%
Cambio de turno	4.85	89.37%
Malla tapada	3.33	93.09%
Cambio de mezcla	3.00	96.43%
Ajustando	1.00	97.55%
Otros	2.20	100.00%

Elaboración propia.

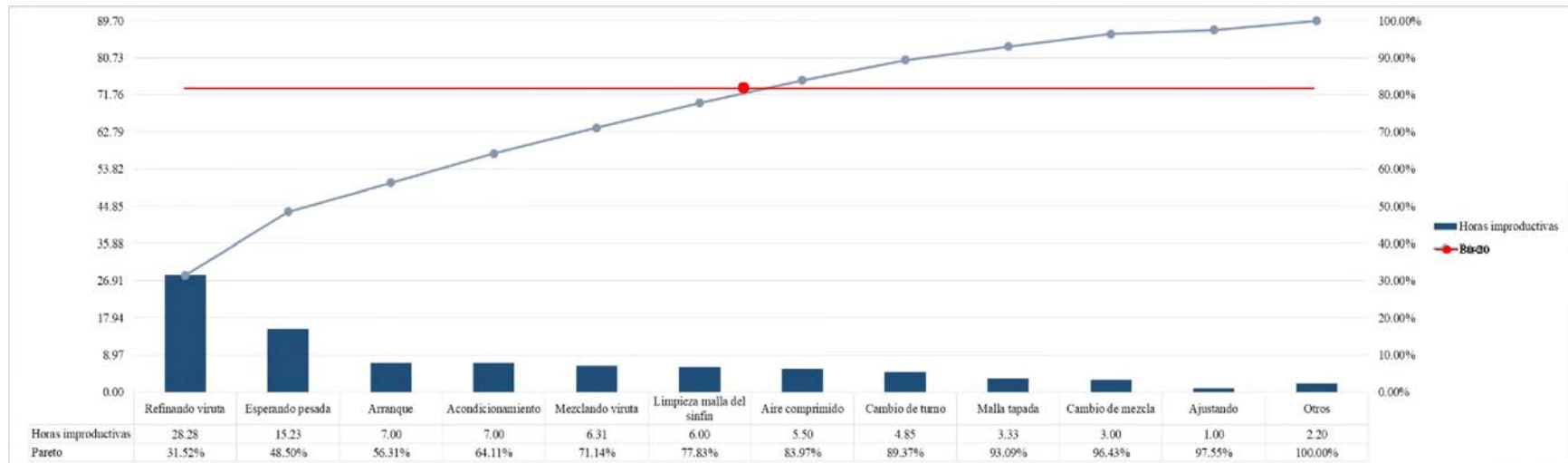


Figura 22. Gráfica de Pareto principales detractores del tiempo improductivo.

5.1.13 Pago de empleados

A cada operador por sus servicios dentro de la empresa se le remunera un salario mensual de \$19,500 DOP. De acuerdo a lo establecido en el Código de Trabajo Dominicano, la jornada de trabajo establecida es de 44 horas semanales al multiplicarse por 4 semanas, tenemos un total de 176 horas mensuales. Entonces el cálculo de mano de obra es:

$$\text{Costo de mano de obra} = \frac{\$19,500.00 \text{ DOP}}{176 \text{ hrs.}} = \$110 \text{ DOP/hora}$$

5.1.14 Desperdicio de materia prima

La máquina extrusora contiene dentro del cono un hueco que almacena la mezcla, hasta que esta no está llena, la barra de jabón no puede salir por el mismo. Si se va a fabricar otro producto, esta cantidad se extrae del cono y se convierte en producto a granel rechazado.

Para determinar el porcentaje en desperdicios se divide el total desperdiciado en valores entre la venta mensual del mes de agosto, ya que la muestra de desperdicio se tomó del mes de agosto, y para finalizar se multiplica por cien, obteniendo un promedio de 4.33% de desperdicios en el mes de agosto del 2019.

A continuación, se muestran en la *tabla 5* los detalles de qué cantidad se rechazó de los productos fabricados y el valor perdido en el mes de agosto 2019 y una gráfica de pastel mostrando en base al 100% el desperdicio generado.

Tabla 5 Total de desperdicios del producto B-01

(Producto B-01)							
Fecha	Producto/Ítem rechazado (80 gr)	Cant. Rechazada (kg)	Cant. desperdiciada (Uds.)	Precio por unidad (DOPS)	Total desperdiciado (DOPS)	Venta mensual (DOPS)	Porcentaje desperdiciado
2/8/2019	PG-JBP	16.9	211	250	52,812.50	688,000	7.68%
13/8/2019	PG-JBP	7.72	97	250	24,125.00	688,000	3.51%
19/8/2019	PG-JBP	7.92	99	250	24,750.00	688,000	3.60%
30/8/2019	PG-JBP	5.56	70	250	17,375.00	688,000	2.53%
		Promedio	119		29,765.63		4.33%

PG-JBP= Producto a granel de jabón pasta.

Elaboración propia.



Figura 23. Gráfica de pastel porcentaje desperdiciado.

Capítulo VI: Propuesta

6.1 Introducción

El capítulo a continuación busca mitigar o eliminar los principales detractores que provocan como efecto, las entregas de órdenes fuera de tiempo, utilizaremos el árbol de objetivos ya que esta herramienta visualiza gráficamente la meta de la propuesta, cómo llegar hasta ella y las consecuencias obtenidas al aplicarla.

Se estará explicando la tecnología que se propone utilizar y la aplicación del sistema kanban para la mejora del flujo continuo en la línea donde se obtendrá la reducción del tiempo muerto o improductivo en el proceso de manufactura de semisólidos.

6.2 Árbol de objetivos

Con el análisis obtenido en el árbol de objetivos se logra visualizar la situación futura de la línea al detectar los principales problemas que atacan el incumplimiento de las órdenes para realizar las alternativas de solución mediante la filosofía de manufactura esbelta.

Este trabajo de grado propone el uso de maquinaria de una mezcladora con una capacidad de 10 kg de viruta de jabón por carga con una potencia instalada de 0.75 kW y la maquinaria molino de tres rolos, ya que el proceso de laminación homogeniza la pasta base de jabón y los diferentes ingredientes amalgamados dentro de la mezcladora, el molino de tres rolos se obvia actualmente por falta de desconocimiento en el uso al no establecer un procedimiento estándar en la configuración según la mezcla de jabón a realizar en la orden.

La cantidad de barras de jabones retrabajados en la extrusora se estaría reduciendo al pasar por un procedimiento previo de homogenización. Mediante el uso de la banda transportadora, la mezcla se transporta desde el molino de tres rolos a la extrusora, más adelante las barras se cortarían con una medida estándar por una prensa semiautomática con cuchilla por presión de aire con temporizador, como consecuencia se obtendría una reducción de operarios a trabajar en la línea y un aumento en la productividad.

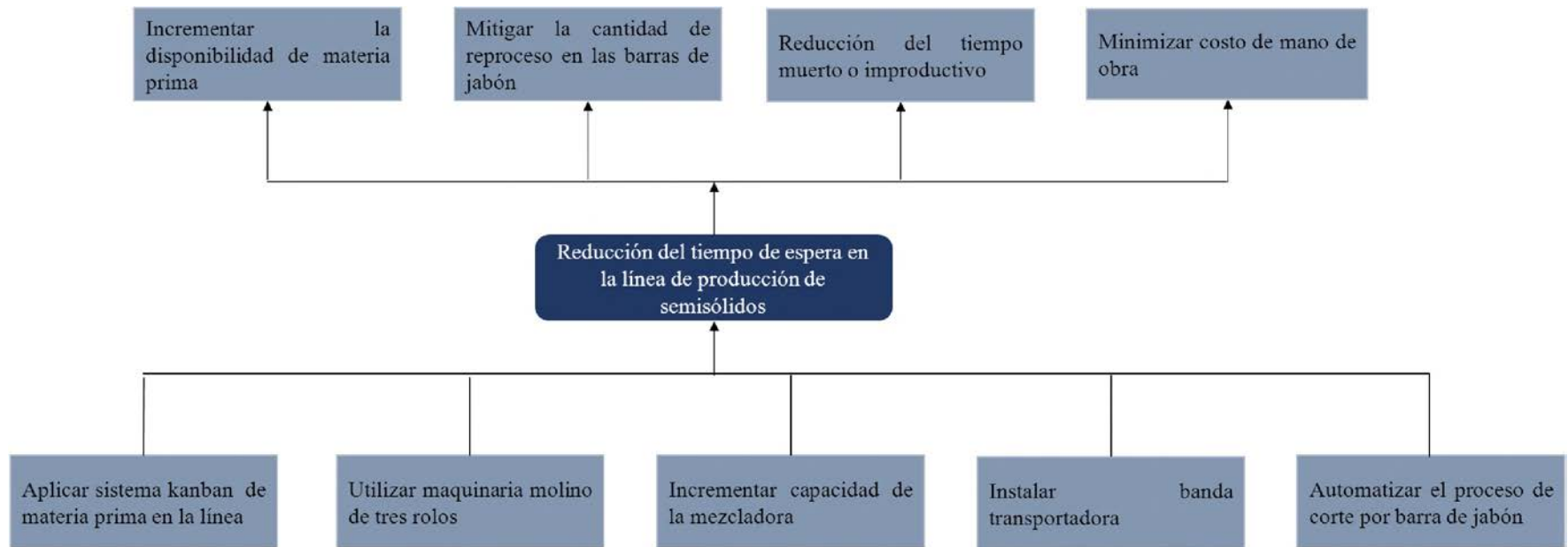


Figura 24. Diagrama de árbol de objetivos.

6.3 Mejora en el flujo continuo de la línea

Se obtendrá 1 mezcladora adicional con capacidad de 10 kilos de viruta, de este modo se estaría atacando el cuello de botella en la línea, una vez que la mezcla esté homogénea el operador lo depositará al molino de tres rolos a fin de amalgamar una vez más y reducir los posibles grumos resultantes, la mezcla ya convertida en láminas será llevada a la extrusora y al salir de la máquina, la banda transportadora lo guiará por la prensa con cuchilla de presión de aire con temporizador para la obtención del tamaño estándar de la barra de jabón, luego será inspeccionada por un operador que a su vez lo cortará en tamaños más pequeños para pasar a la estación de troquelar.

Con referencia a los detractores de acondicionamiento y arranque, para mitigar las horas improductivas, se propone que el turno anterior vaya depositando la viruta y demás componentes a la mezcladora, así mientras se está realizando el proceso de espera en esta maquinaria, los operadores del próximo turno estarán en el proceso de acondicionamiento y arranque.

Como se utilizará el método jidoka explicado en el subtema 6.7, el supervisor de producción designado en los respectivos turnos, sabrá las órdenes que el próximo turno estará fabricando y la materia prima a utilizar ya almacenado en el área de fabricación de semisólidos.

En cuanto a la disminución en la cantidad de cambios de órdenes en productos diferentes de jabones, como incrementará la capacidad de producción, se propone trabajar en las órdenes de los mismos productos, planificadas previamente en una pizarra de órdenes.

Más adelante se estarán mostrando los cálculos de la capacidad por estación al implementar la propuesta, revelando que no habrá necesidad de trabajar dos turnos para satisfacer la demanda diaria.

6.4 Propuesta de balanceo

Con el balanceo de línea propuesto, se ha duplicado la capacidad de la mezcladora agregando otra mezcladora con la misma capacidad, es decir 10 kilogramos de viruta y agregado una estación más de trabajo que es el molino de tres rolos, con el objetivo de minimizar el ciclo de tiempo en la extrusora por re-trabajo en las barras de jabón por falta de homogenización.

En el balanceo la tasa de tiempo de producción esperada (takt time) ha incrementado debido a que el porcentaje de los indicadores de rendimiento ha aumentado 24.13%, ya que la tasa de producción aumentó por haber mitigado, a través de la propuesta, los detractores refinando viruta y esperando pesada como consecuencia el tiempo neto por turno ha incrementado a 6,516.04 segundos.

Tabla 6 *Indicadores de rendimiento con la propuesta*

Tasa de disponibilidad	
Acondicionamiento	88.98%
Limpieza malla del sinfín	90.48%
Aire comprimido	91.24%
Cambio de turno	92.23%
Malla tapada	94.59%
Cambio de mezcla	95.12%
Ajustando	98.35%
Tasa de disponibilidad 59.95%	
Tasa de calidad	
PG-JBP 2/8/2019	91.27%
PG-JBP 13/8/2019	97.64%
PG-JBP 19/8/2019 - 30/2018	95.92%
Tasa de calidad 85.49%	
Tasa de producción	
Refinando viruta	68.27%
Esperando pesada	79.49%
Mezclando viruta	90.01%
Otros	96.40%
Tasa de producción 47.09%	

Elaboración propia.

El cálculo de la tasa de producción esperada o takt time se divide entre el tiempo neto incrementado 6,516.04 segundos y la demanda diaria 605 jabones y da un resultado de 21.54 segundos/unidad.

Al observar que actualmente en la línea hay dos operadores en las estaciones de troquelar, enfundar y sellar, y empaque, el tiempo de ciclo o tiempo estándar es mucho menor a las estaciones antecedentes debido a las demoras que habían en la mezcladora y extrusora. Con la propuesta se están atacando estos detractores por lo que el tiempo de ciclo en estas estaciones incrementó el doble eliminando un personal en cada una, es decir, en enfundar y sellar, troquelar y empaque sólo estarán trabajando un operador por celda para obtener un mayor balance entre las estaciones y reducción en tiempo de ocio por espera de las estaciones que le anteceden.

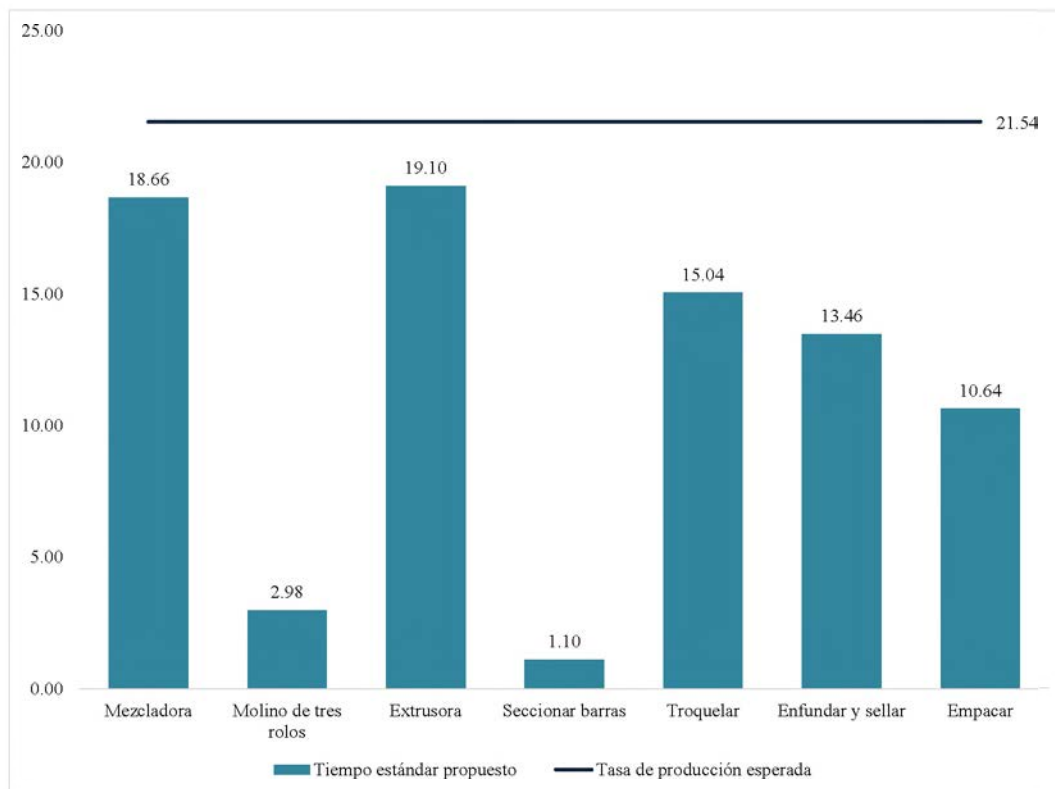


Figura 25. Diagrama de balanceo de línea propuesto.

6.5 Capacidad por turno al implementar la propuesta

La *figura 26* muestra la capacidad por turno mediante el cálculo de la sumatoria de los tiempos de las tareas de cada operación que es 99.66 segundos.

Partiendo del tiempo muerto o improductivo que impacta la producción diaria en la línea de manufactura de semisólidos descrita en la *tabla 6*, se realiza el cálculo porcentual multiplicando el tiempo disponible en la línea (27,000 segundos) por el resultado de la sumatoria porcentual de tiempo improductivo 24.13% como resultado el tiempo real disponible que la línea tiene para producción es de 6,516.04 segundos.

Los 6,516.04 segundos menos el tiempo que se tarda una unidad de jabón en fabricarse (99.66 segundos) equivale a 6,416.38 segundos entre el cuello de botella que es la extrusora con una capacidad por turno de 19.10 segundos/ unidad obtenemos un resultado de 335 jabones por turno más 1 jabón que equivale al jabón de la resta anterior. En base a estos cálculos la capacidad actual por turno en la línea es de 336 jabones.

El tiempo neto (6,516.04 segundos) se divide entre los segundos que las mezcladoras duran para realizar un jabón 18.66 segundos y se obtiene de resultado 349 jabones que las mezcladoras pueden realizar en un turno. Al pasar a la siguiente estación, el tiempo neto es restado con los 18.66 segundos que tardó la mezcladora al realizar una unidad de jabón, resulta ser 6,497.38 segundos entre los segundos que el molino de tres rolos tarda para realizar un jabón 2.98, esto equivale a 2,178 jabones que el molino de tres rolos puede realizar en el turno, en las siguientes operaciones se realizó el mismo cálculo sucesivamente. La *figura 26* muestra la capacidad por turno de cada estación.

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

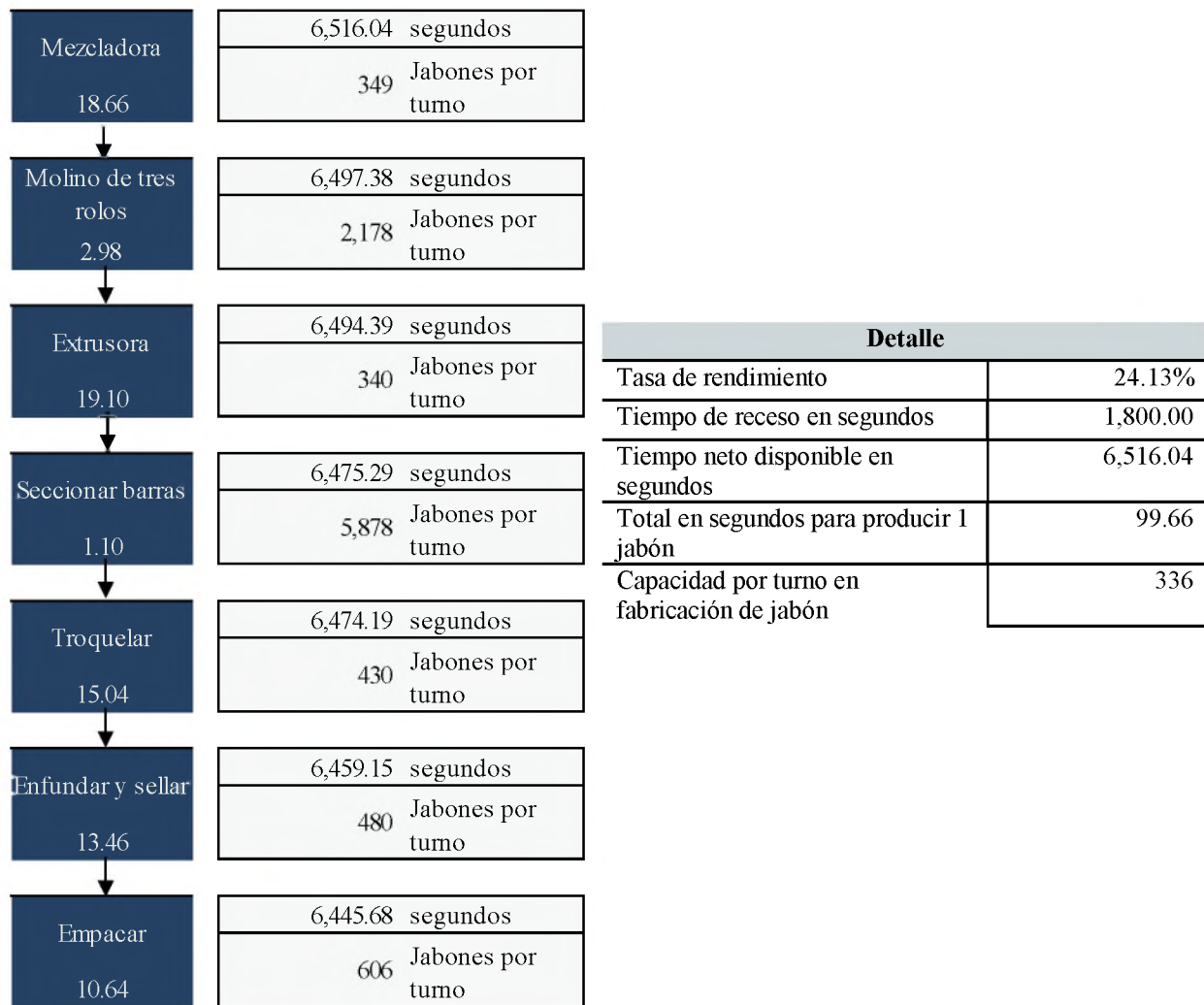


Figura 26. Diagrama de capacidad por estación.

6.6 Propuesta de productividad de los operadores

En base a los resultados obtenidos, hemos logrado reducir la cantidad de operadores en la línea de semisólidos, por lo que en vez de despedir a los operadores que ya no serán necesarios para el área de semisólidos, se enviarán al área de empaque, incrementando así los beneficios para la empresa y disminuyendo las horas extras.

Según los reportes de horas extras realizados en el mes de noviembre del 2019 se mostraron las áreas que necesitaron mayor cantidad de operadores para completar las órdenes de empaque, (dichos reportes fueron suministrados por la empresa). El diagrama de Pareto realizado a continuación, muestra las líneas de producción que necesitan mayor cantidad, siendo la línea de empaque la que obtuvo el mayor porcentaje, con un 66.56%, seguido de entirillar con un 8.36%.

Tabla 7 Tasa de personal de horas extras

Línea de producción	10/11/2019 (operadores)	17/11/2019 (operadores)	24/11/2019 (operadores)	30/11/2019 (operadores)	Total general (operadores)	Costo de Horas Extras DOP	%	Frecuencia Relativa Acumulada
Empacar	111	97	104	94	406	\$ 714,560.00	66.56%	66.56%
Entirillar	13	13	13	12	51	\$ 89,760.00	8.36%	74.92%
Granular	14	13	12	9	48	\$ 84,480.00	7.87%	82.79%
Comprimir	11	7	13	9	40	\$ 70,400.00	6.56%	89.34%
Impresión de tirillas	7	7	7	5	26	\$ 45,760.00	4.26%	93.61%
Recubrir	5	6	5	4	20	\$ 35,200.00	3.28%	96.89%
Impresión de panfletos	4	3	4	3	14	\$ 24,640.00	2.30%	99.18%
Encapsular	2	2	1	0	5	\$ 8,800.00	0.82%	100.00%
Total General	167	148	159	136	610	\$ 1,073,600.00		

Elaboración propia.

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

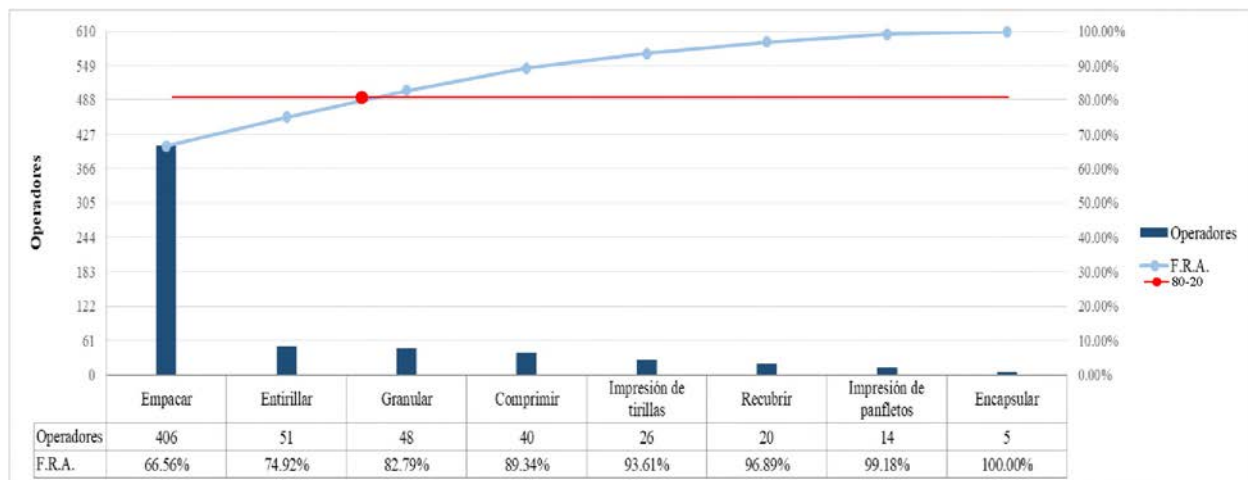


Figura 27. Diagrama de Pareto de personal de horas extras.

Con este resultado hemos comprobado que en lugar de despedir a los operadores de más, éstos se podrán enviar al área de empaque a completar las órdenes que necesiten, lo que reducirá la cantidad de horas extras y por tanto, reducirá considerablemente el costo por pago de las mismas.

Costo de producción en tiempo extra

Para el cálculo en la reducción de costos en el área de empaque por trasladar las 6 personas reducidas en la línea de manufactura de semisólidos se buscó la demanda del mes de noviembre 2019 para identificar la cantidad de cajas que el operador realizaría por turno.

Tabla 8 *Costo de producción en empaque*

Costo de producción en el área de empaque	
Días laborables en el mes de noviembre	26
Demanda del mes de noviembre	1,794,683
Demanda diaria	69,026
Cantidad de operadores actualmente	45
Cantidad de operadores con la propuesta	51
Producción de cajas por operador diario actualmente	1,848
Pago por hora extra	\$ 220

Elaboración propia.

Partiendo de esta información relacionamos el costo del mes de noviembre en horas extras (sábado y domingo) por operador del área de empaque con el equivalente a la cantidad de personas que estarían trabajando por turno en la semana. El costo total en horas extras del mes de noviembre en el área de empaque fue de \$717,560 DOP entre \$220 que es el pago por hora extra en un operador equivale a un gasto mensual por hora de \$3,248 pesos, se divide entre 4 para obtener el gasto semanal por hora por lo que equivale a \$812 pesos, el turno tiene 8 horas, al dividirlo entre los \$812 el resultado es de 101 personas que estarían trabajando por turno.

La producción diaria, incluyendo las horas extras en los domingos es de 1,848 cajas, se obtuvo al dividir la demanda diaria del mes de noviembre entre la cantidad de operadores que laboraron por ese período de tiempo, tanto en la semana como en horas extras, mientras que al dividir la demanda diaria 69,026 entre los 51 operadores (que no es más que la suma de los 45 operadores más los 6 adicionales) resulta una producción diaria de 1,353 cajas, es decir que sólo cumple con 73.23% con la demanda del mes de noviembre.

Al realizar la división de la demanda diaria 69,026 entre 45 operadores más los 101 operadores calculados previamente resulta que por hora en la semana el operador estaría realizando 58 cajas, multiplicado por las 8 horas en una jornada de trabajo y los días de la semana resulta que el operador estaría produciendo 414,157 cajas a la semana.

Las unidades adicionales a producir con los 51 operadores se obtiene mediante la multiplicación, de la demanda de 69,026 cajas diarias a producir por el 73.23% calculado previamente, el resultado es de 50,551 cajas diarias, llevado a la semana resulta 303,308 cajas.

Los 414,157 cajas a la semana calculados anteriormente con los 45 operadores más los 101 operadores menos las 303,308 cajas que estarían realizando los 51 operadores nos indica que sólo faltarían 110,849 cajas para cumplir con la demanda de noviembre al laborar solamente los días de semana.

Esto quiere decir que la reducción en necesidad de producción en tiempo extra es de 26.77% , el ahorro en la empresa lo calculamos mediante el gasto actual en horas extras obtenida en la *tabla 9*, de \$714,560 pesos por la reducción en necesidad de producción en tiempo extra 26.77% y da como resultado \$523,308 pesos.

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

Tabla 9 Programa de producción de empaque de tirillas

Fecha	Área	Cantidad
04/11/2019	Empaque de entrillado 1	102,000
	Empaque de entrillado 2	7,003
05/11/2019	Empaque de entrillado 1	79,000
	Empaque de entrillado 2	21,886
06/11/2019	Empaque de entrillado 1	30,505
	Empaque de entrillado 2	47,718
07/11/2019	Empaque de entrillado 1	116,015
	Empaque de entrillado 2	69,421
08/11/2019	Empaque de entrillado 1	34,910
	Empaque de entrillado 2	180
09/11/2019	Empaque de entrillado 1	
	Empaque de entrillado 2	
10/11/2019	Empaque de entrillado 1	2,336
	Empaque de entrillado 2	9,232
11/11/2019	Empaque de entrillado 1	33,955
	Empaque de entrillado 2	12,266
12/11/2019	Empaque de entrillado 1	96,332
	Empaque de entrillado 2	4,071
13/11/2019	Empaque de entrillado 1	69,916
	Empaque de entrillado 2	13,533
14/11/2019	Empaque de entrillado 1	46,000
	Empaque de entrillado 2	15,866
15/11/2019	Empaque de entrillado 1	80,333
	Empaque de entrillado 2	6,898
16/11/2019	Empaque de entrillado 1	23,500
	Empaque de entrillado 2	666
17/11/2019	Empaque de entrillado 1	68,432
	Empaque de entrillado 2	12,864
18/11/2019	Empaque de entrillado 1	6,994
	Empaque de entrillado 2	57,329
19/11/2019	Empaque de entrillado 1	100,974
	Empaque de entrillado 2	11,244
20/11/2019	Empaque de entrillado 1	15,088
	Empaque de entrillado 2	11,431
21/11/2019	Empaque de entrillado 1	23,340
	Empaque de entrillado 2	24,698
22/11/2019	Empaque de entrillado 1	95,731
	Empaque de entrillado 2	18,249
23/11/2019	Empaque de entrillado 1	
	Empaque de entrillado 2	4,332
24/11/2019	Empaque de entrillado 1	70,499
	Empaque de entrillado 2	6,920
25/11/2019	Empaque de entrillado 1	43,865
	Empaque de entrillado 2	12,932
26/11/2019	Empaque de entrillado 1	30,798
	Empaque de entrillado 2	7,970
27/11/2019	Empaque de entrillado 1	5,045
	Empaque de entrillado 2	7,098
28/11/2019	Empaque de entrillado 1	31,140
	Empaque de entrillado 2	32,502
29/11/2019	Empaque de entrillado 1	93,060
	Empaque de entrillado 2	75,936
30/11/2019	Empaque de entrillado 1	800
	Empaque de entrillado 2	1,870

Elaboración propia.

6.7 Método jidoka

La propuesta para eliminar el tiempo de espera en materia prima por parte de almacén es establecer el método kanban, se colocará una pizarra donde se va a planificar las órdenes que se estarán fabricando según los días a producir por el lapso de una semana. Al visualizarse lo planeado en la pizarra, el coordinador de producción enviará tarjetas de solicitud de la materia prima de cada lote que se realizarán en el día próximo. En la sección de Anexos, se muestra el modelo propuesto del sistema de kanban.

En la pizarra también se podrá visualizar la producción diaria para resaltar el cumplimiento o no por parte de producción escribiendo en ella cuantas unidades se realizaron cada dos horas, al final de turno se podrá identificar las unidades que hicieron falta para cumplir con la fabricación propuesta comparado con la meta diaria según la demanda del mes y sus respectivos detractores.

Con la clasificación, demostración visual de la condición de la línea y de la demanda de producción, se estará apoyando la filosofía de manufactura esbelta por una de las columnas del templo denominado “jidoka”.

6.8 Maquinaria propuesta y sus respectivos requerimientos

Mezcladora DSM-100P

Mezcladora o amalgamador con cuchilla doble con capacidad de mezclar hasta 10 kilos de virutas de jabón por carga y tiene un volumen de 28 litros con una potencia instalada de 0.75 kW.

Molino de tres rolos M-100P

El molino es enfriado en agua y consta de un proceso de laminación que homogeniza la pasta base de jabón y los diferentes ingredientes amalgamados dentro del mezclador. Los rolos tienen diámetro de 100 mm y largo de 300 mm con tolva de alimentación y rampa de descarga en acero inoxidable.

La potencia instalada es de 1.5 kW.

6.9 Distribución de las instalaciones luego de la propuesta

Luego de realizar las oportunidades de mejora en la línea de semisólidos, obtuvimos que al aumentar la capacidad de la mezcladora, y al utilizar la máquina molino de tres rolos, la línea se ha balanceado considerablemente, obteniendo de esta manera una disminución del personal de 3 operadores en la línea, ya que al tener un flujo equilibrado y continuo, no hay necesidad de tener 2 operadores en la troqueladora, ni 2 operadores en las operaciones de enfundar y sellar y empaque.

Colocaremos dos bandas transportadoras, una entre el molino de tres rolos y la extrusora, evitando que el operador tenga que alimentar la máquina y otra al final del cono de la extrusora, para pasarla al siguiente proceso, haciendo que la línea sea más óptima. Además, al final del cono de la extrusora, se colocará una prensa con cuchilla de presión de aire incluyendo un temporizador donde el operador tendrá mayor control de la cantidad de barras de jabón cortadas durante el proceso y de esta manera contar con una medida estándar al cortar cada barra y no haya reproceso del sobrante.

En el área de recepción de materiales, se colocará la pizarra que contendrá clasificada las órdenes por días a producir y con la producción diaria donde se refleje el cumplimiento por parte de producción por rango de horas para que al final de turno se pueda visualizar cuánto hizo falta para cumplir con la producción propuesta en la meta.

A continuación se muestran las mejoras en la línea de producción.

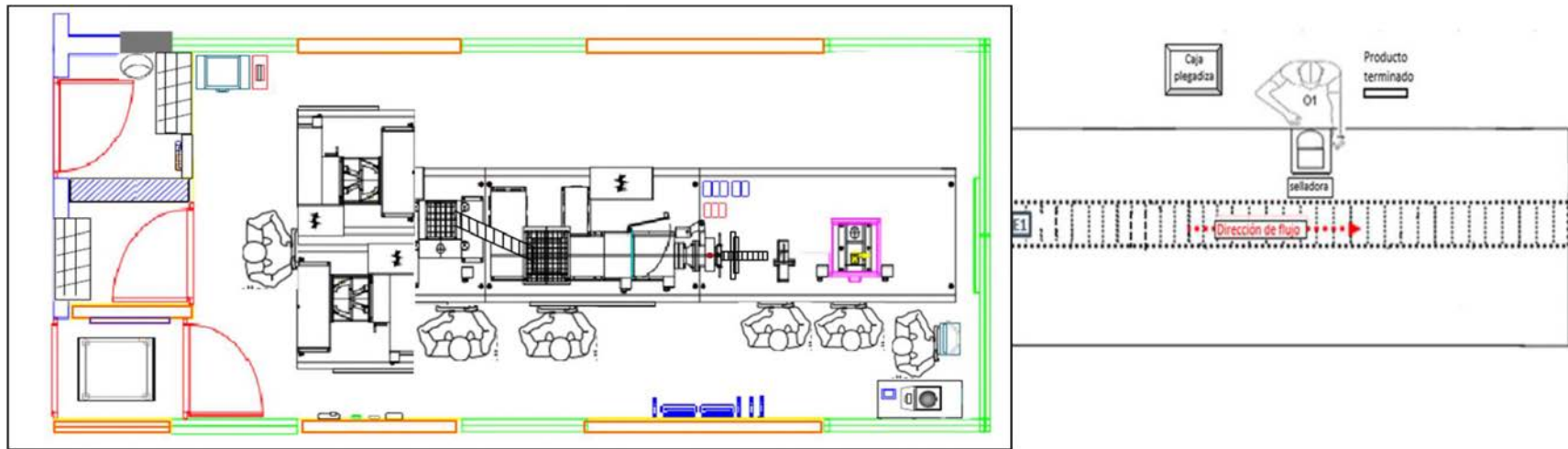


Figura 28. Vista en planta del área de manufactura de semisólidos luego de la propuesta.

Capítulo VII: Evaluación económica

7.1 Introducción

En este capítulo se tratará todo lo concerniente a la rentabilidad económica de la propuesta. Inicia con la inversión necesaria y todas las especificaciones de la maquinaria y sistemas para llevar a cabo la propuesta. Se realizarán los cálculos de costo de operación, tanto de la situación actual del proyecto como de la propuesta planteada. Terminando la misma con el valor actual neto (VAN), y la tasa interna de retorno (TIR) identificando de esta manera si la propuesta es factible o no. El estudio económico se ha realizado en pesos dominicanos. Para el análisis se ha tomado en consideración los costos para la implementación de la propuesta. La tasa del dólar fue considerada a la tasa del momento de realización de este trabajo 52.97 DOP suministrada por el Banco BHD León.

7.2 Inversión

La inversión inicial para la adquisición de la mezcladora modelo DSM-100P de 10 kg tiene un valor monetario de \$ 9,591.15 USD de los cuales se adicionará un servicio de envío y seguro por \$1,692.46 USD. Aparte de esto se comprará una mesa para colocar la máquina con un valor de \$1,336.45 USD, obteniendo un total de \$12,620.06 USD, lo que se traduce como \$668,484.57 DOP.

Las dos bandas transportadoras tendrán un valor monetario de \$ 6,099.00 USD cada una, lo que se traduce como un total de \$646,128.06 DOP.

Se contactará con técnicos de un taller para la creación de la prensa con cuchilla de presión de aire donde incluye temporizador e interfaz con el operador para mayor control sobre la cantidad de barras de jabón cortadas durante el turno, consultamos con técnicos expertos en el área sobre los gastos para la construcción del mismo por lo que tiene un valor monetario de \$1,176.50 USD, convertidos en \$62,319.20 DOP.

Por otro lado, para la propuesta del método Kanban se solicitó una pizarra con valor monetario de \$19,500.00 DOP.

La inversión total calculada para esta propuesta es de \$1,396,431.83 DOP.

7.3 Costo de operación

Los costos de operación son todos los costos en los que se incurre para el funcionamiento de la línea y que son inherentes a la misma. El desglose de los costos de operación para esta propuesta son los siguientes:

El consumo de energía y los gastos de mano de obra de manera mensual son los que conforman el costo operacional de toda empresa y de igual manera se presenta el costo de mantenimiento de la maquinaria. Los costos presentes a continuación conforman los costos tanto para la máquina actual como la maquinaria propuesta. Es importante destacar también que estos costos estarán mensuales.

Para determinar el costo de mano de obra anual que incurre la máquina actual, multiplicamos el salario/hora del operador (\$110 DOP/hora) por las 44 horas semanales (según lo establecido en el Código de Trabajo Dominicano), por las 4 semanas que tiene el mes, en adición a esto multiplicamos este resultado por la cantidad de operadores que trabajan en la línea de producción

(10 operadores) y lo multiplicamos por los 2 turnos de trabajo, obteniendo como resultado un costo de mano de obra mensual de \$387,200 DOP. Si llevamos este resultado anualmente tenemos un costo de \$4,646,400 DOP.

Para determinar el costo de mano de obra anual de la máquina propuesta, se realiza el mismo procedimiento que el cálculo de mano de obra de la máquina actual, con la diferencia de que se han reducido la cantidad de operadores a 7 personas por turno.

El costo de consumo eléctrico de las máquinas fue obtenido de la potencia en kW de cada una de ellas y se multiplicó por la cantidad de horas al día y los 2 turnos que duró la máquina encendida. Para determinar el gasto mensual de energía eléctrica de la máquina, se recurrió a la escala de precio por kilowatts consumidos, publicadas por la Superintendencia de Electricidad (SIE), indicando que de acuerdo a la cantidad de kilowatts consumidos será el valor de la tarifa (ver anexo 11).

En la tabla 10 se muestra que el consumo mensual de las máquinas por 16 días de producción fue de 985.60 kW/mes y según la lista de precios estipulados por la SIE la tarifa a pagar por cada kW por hora es de \$11.49 DOP, obteniendo un consumo eléctrico mensual de \$11,324.54 DOP, si obtenemos este consumo anualmente tenemos un costo de \$135,894.53 DOP.

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

Tabla 10 Desglose de costo de consumo eléctrico de la máquina actual

Máquina	Potencia de la Máquina (kW)	Tiempo consumido por día (hrs)	Total kW/h	Unidad
1 Mezcladora	0.75	16	12	
1 Extrusora	1.1	16	17.6	
2 Troqueladoras	2	16	32	
Total			61.60	kW/día
Total			985.60	kW/mes
Consumo (mensual) DOP			\$ 11,324.54	
Consumo (anual) DOP			\$ 135,894.53	

Elaboración propia.

El mismo proceso se realizó para el cálculo del costo de consumo eléctrico de la máquina propuesta, la diferencia de que ahora se añadirá una mezcladora más y se reducirá una troqueladora hidráulica, los resultados se muestran en la tabla 11.

Tabla 11 Desglose de costo de consumo eléctrico de la máquina propuesta

Máquina	Potencia de la Máquina (kW)	Tiempo consumido por día (hrs)	Total kW/h	Unidad
2 Mezcladoras	1.5	16	24	
1 Extrusora	1.1	16	17.6	
1 Troqueladora	1	16	16	
Total			57.60	kW/día
Total			921.60	kW/mes
Consumo (mensual) DOP			\$ 10,589.18	
Consumo (anual) DOP			\$ 127,070.21	

Elaboración propia.

Los costos de mantenimiento de la máquina, fueron estimados por los datos suministrados por la empresa. Para esto se deben tomar en consideración cuantos técnicos intervienen en el mantenimiento de la máquina y cuántos operadores se encuentran trabajando en la línea. El técnico y el operador tienen un costo por minutos de \$2.46 DOP y \$1.3 DOP, respectivamente. También se deben considerar el tiempo de parada de la máquina en minutos. En base a estos factores, se determinó el costo de mantenimiento, como se muestra a continuación.

Para identificar cuántos serán los costos de mantenimiento de la máquina propuesta, se toman en cuenta la reducción de la cantidad de operadores y la reducción del tiempo de parada de la máquina.

En la siguiente tabla se muestran de manera resumida todos los costos explicados anteriormente.

Tabla 12 *Costo operacional y mantenimiento actual y propuesto*

Costos	Máquina Actual DOP	Máquina Propuesta DOP
Mano de obra anual	\$ 4,646,400.00	\$ 3,252,480.00
Consumo eléctrico de la máquina anual	\$ 135,894.53	\$ 127,070.21
Costo de mantenimiento anual	\$ 198,137.04	\$ 161,960.64
Total	\$ 4,980,431.57	\$ 3,541,510.85
Costos mensuales	\$ 415,035.96	\$ 295,125.90

Elaboración propia.

Para identificar las ganancias que se tendrá con la implementación de la propuesta, se tomó el historial de la demanda suministrada por la empresa de 14 meses anteriores, y en base a esto se pronosticó la demanda que se van a generar en el tiempo. Inicialmente, utilizamos el método de regresión lineal para pronosticar la demanda de los próximos meses, pero el coeficiente de

correlación lineal dio por debajo de 0.5, por lo que no es recomendable aplicar este método de regresión lineal.

En base a esto, realizamos el pronóstico de promedio móvil simple para confirmar que este método sea el correcto. El coeficiente de correlación lineal dio un valor de 0.5142 indicando que la data es normal, ya que es mayor que 0.5. Se puede utilizar este método, ya que la demanda es normal y no sigue ninguna tendencia, ni patrón especial (ver anexo 12).

Para obtener los valores (DOP) generados, multiplicamos el costo de hacer una unidad de jabón pasta (\$154 DOP) por las ventas que se produjeron en el mes. El mismo procedimiento se realizó para las proyecciones del pronóstico de la demanda (ver tabla 14).

Según el contacto con el proveedor, la máquina llegará a la empresa en el mes 5, por tanto utilizaremos la demanda pronosticada a partir del mes 20, ya que el pronóstico de la demanda se inició en el mes 15.

Tabla 13 *Tendencia de la demanda*

Mes	Ventas (uds.)	Valores (DOP)
1	4,130.00	\$ 636,020.00
2	4,300.00	\$ 662,200.00
3	4,820.00	\$ 742,280.00
4	4,100.00	\$ 631,400.00
5	4,200.00	\$ 646,800.00
6	4,400.00	\$ 677,600.00
7	3,900.00	\$ 600,600.00
8	5,500.00	\$ 847,000.00
9	3,250.00	\$ 500,500.00
10	4,090.00	\$ 629,860.00
11	3,200.00	\$ 492,800.00
12	4,800.00	\$ 739,200.00
13	4,750.00	\$ 731,500.00
14	4,950.00	\$ 762,300.00

Elaboración propia.

Tabla 14 *Pronóstico de la demanda*

Mes	Ventas pronosticadas (uds.)	Valores pronosticados (DOP)
20	4,340.35	\$ 668,414.58
21	4,243.72	\$ 653,532.46
22	4,326.53	\$ 666,285.17
23	4,346.24	\$ 669,320.60
24	4,441.76	\$ 684,030.65
25	4,411.90	\$ 679,433.20
26	4,383.73	\$ 675,094.30
27	4,336.54	\$ 667,827.16
28	4,337.08	\$ 667,911.09
29	4,341.08	\$ 668,526.04
30	4,344.09	\$ 668,989.94
31	4,346.63	\$ 669,380.27
32	4,349.97	\$ 669,895.45

Elaboración propia.

7.4 Rentabilidad del proyecto

Utilizaremos el VAN o valor actual neto para indicar el valor de ingresos futuros en el tiempo actual. De esta forma, podemos comparar valores de diferentes períodos de cálculo y podemos contrastar las oportunidades de inversión con respecto a su rentabilidad, llevando los flujos de caja netos al valor presente.

La **tabla 15** presenta las entradas, salidas y el valor de retorno los cuales son utilizados. Concluimos que el retorno monetario de este proyecto se generará a partir del mes 9, ya que los ingresos se generarán a partir de ese período.

Dada la tasa promedio de los certificados de inversión de los bancos del país de 6.8% ha sido utilizada para calcular la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN). La TIR de la inversión muestra un resultado de 44%, mostrando por consiguiente un VAN positivo.

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

La fórmula utilizada para calcular el VAN es la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}$$

Figura 29. Fórmula del valor actual neto.

Donde I_0 es la inversión inicial, FN es el flujo de efectivo en cada periodo, i es la tasa de interés y j es el número de periodos considerado.

En base a esto el VAN a un año es de \$1,066,330.02 DOP.

Tabla 15 Tabla de retorno de la inversión

Mes	Inversión (Salidas) DOP	Salidas (Costo) DOP	Entradas DOP	Diferencias (Entradas-Salidas) DOP	Tiempo de retorno de la inversión DOP
0	\$ 1,396,431.83			\$ (1,396,431.83)	\$ (1,396,431.83)
1				\$ -	\$ (1,396,431.83)
2				\$ -	\$ (1,396,431.83)
3				\$ -	\$ (1,396,431.83)
4				\$ -	\$ (1,396,431.83)
5				\$ -	\$ (1,396,431.83)
6		\$ 295,125.90	\$ 668,414.58	\$ 373,288.68	\$ (1,023,143.15)
7		\$ 295,125.90	\$ 653,532.46	\$ 358,406.56	\$ (664,736.59)
8		\$ 295,125.90	\$ 666,285.17	\$ 371,159.27	\$ (293,577.32)
9		\$ 295,125.90	\$ 669,320.60	\$ 374,194.70	\$ 80,617.38
10		\$ 295,125.90	\$ 684,030.65	\$ 388,904.75	\$ 469,522.12
11		\$ 295,125.90	\$ 679,433.20	\$ 384,307.30	\$ 853,829.42
12		\$ 295,125.90	\$ 675,094.30	\$ 379,968.40	\$ 1,233,797.83
13		\$ 295,125.90	\$ 667,827.16	\$ 372,701.26	\$ 1,606,499.09
14		\$ 295,125.90	\$ 667,911.09	\$ 372,785.19	\$ 1,979,284.27
15		\$ 295,125.90	\$ 668,526.04	\$ 373,400.14	\$ 2,352,684.42
16		\$ 295,125.90	\$ 668,989.94	\$ 373,864.04	\$ 2,726,548.45
17		\$ 295,125.90	\$ 669,380.27	\$ 374,254.37	\$ 3,100,802.82
18		\$ 295,125.90	\$ 669,895.45	\$ 374,769.55	\$ 3,475,572.38

Elaboración propia.

Debido a que el valor es positivo se considera que es rentable y sí se puede llevar a cabo el proyecto, ya que al realizar los cálculos de lugar pudimos comprobar que los flujos de ingresos son mayores que los egresos.

Al ver estos factores de decisión, comprobamos que la propuesta es factible.

Tabla 16 *Factores de decisión de la propuesta*

Factores de decisión	
VAN	\$1,066,330.02 DOP
TIR	44%

Elaboración propia.

7.5 Cronograma de la propuesta

No.	Actividad	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		Semanas															
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Visita a la empresa	■															
2	Recolección de datos		■	■	■												
3	Análisis de la situación actual			■	■	■											
4	Investigación más profunda del problema			■	■	■											
5	Planteamiento de ideas						■										
6	Análisis de herramientas de ingeniería							■	■								
7	Propuesta de balanceo y adquisición de máquinas y equipos									■	■	■					
8	Propuesta de sistema Kanban y redistribución de línea										■	■	■				
9	Propuesta de productividad de los operadores											■	■				
10	Evaluación Económica													■	■		
11	Conclusión de la propuesta																■

Conclusión

Al realizar este proyecto hemos observado los beneficios económicos significativos que obtendrá la línea de semisólidos al implementar esta propuesta; iniciando con la disminución del tiempo de producción actual, la reducción del tiempo ocioso del personal entre un proceso y otro, ya que al aumentar la capacidad de carga de la mezcladora y reducir los retrabajos en la máquina extrusora, las demás operaciones tendrán un flujo continuo y se eliminará el cuello de botella de la línea. Con la comprobación de los cálculos, ha sido confirmado que, en efecto, la inversión necesaria para lograr estas mejoras, cumple con los criterios de aceptación establecidos.

Por otro lado, al utilizar la máquina del molino de tres rolos se reducirá el retrabajo en la extrusora, ya que este proceso hará que la mezcla esté más homogénea y no será necesario el retrabajo en la siguiente estación.

Se ha observado que la línea de semisólidos ofrecía una considerable oportunidad de mejora. En primer lugar se realizó un diagrama de Ishikawa junto con el diagrama de los 5 porqués y el árbol de problemas para identificar la causa raíz del problema, destacando los procesos manuales, la falta de entrega a tiempo por parte del almacén y la prolongada duración de la materia prima en la mezcladora. Para identificar los principales detractores de la baja eficiencia se utilizó el diagrama de Pareto, representando de manera gráfica los potenciales problemas que presenta la línea y así mismo fue utilizado para identificar la línea de producción que mayor demanda tiene en las horas extras.

Al atacar la causa raíz de los principales detractores del diagrama de Pareto en horas improductivas en la línea de semisólidos, el tiempo disponible neto aumentará un 2.82% y en la mezcladora el tiempo de ciclo va a disminuir un 50% por lo que las estaciones de trabajo en la

línea de semisólidos no van a superar el takt time o tasa de producción esperada, como consecuencia la capacidad por turno aumentaría un 37.39%. Cabe destacar que al reducir operadores por el nuevo balanceo y trasladarlos desde la línea de semisólidos al área de empaque habría un decremento en realizar horas extras de 26.77%.

Fueron calculados los costos de operación de la situación actual y cómo afectan los mismos al aplicar las mejoras del proyecto y llegar a la diferencia ambas situaciones. Los costos de operación mensual de la situación actual tenían un monto de \$ 414,415.04 DOP, mientras que los correspondientes a la situación propuesta disminuyeron a un monto de \$ 295,125.90 DOP mensuales.

Recomendaciones

Nuestra recomendación es la implementación de las mejoras propuestas para reducir el alto tiempo de espera en la línea de producción de semisólidos. Como método para la implementación de la nueva distribución, recomendamos utilizar las herramientas de Lean Manufacturing, ya que trabaja en base a la mejora continua.

Hemos determinado algunos factores que ayudarán a que esta línea de semisólidos y la planta continúen su proceso de mejora:

1. La utilización de la metodología Kanban para lograr una entrega a tiempo de las materias primas a utilizar.
2. Adquisición de una mezcladora con capacidad de 10 kilogramos para aumentar la productividad de la línea, de esta manera se reducirá el tiempo de ocio en las demás operaciones.
3. En caso de presentar un problema en la línea, realizar un diagrama de Ishikawa y/o 5 porqués para identificar cuál es la causa raíz del problema, y poder mitigarlo.
4. Llevar a cabo la metodología de 5S para lograr un producto con los adecuados estándares de calidad establecidos por las Buenas Prácticas de Manufactura.
5. Realizar periódicamente la iniciativa del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para optimizar el rendimiento de instalaciones y máquinas.

Referencias bibliográficas

- Castillo, F. (2009). *Lecturas de ingeniería 6 la manufactura esbelta*. Cuautitlán Izcalli.
- Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano N. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. México, Editorial Mc Graw Hill Educación.
- De la Fuente, D. (2006). *Organización de la producción en ingenierías*. Editorial Ediuno.
- Definición de AISI/304. Obtenido de www.goodfellowusa.com/S/Acero-Inoxidable-AISI-304-Vara.html
- Definición de banda transportadora. Obtenido de <http://banda-transportadora.blogspot.com/>
- Definición de cuello de botella. Obtenido de <https://blogs.upn.edu.pe/ingenieria/2016/11/14/que-es-un-cuello-de-botella-en-el-proceso-de-produccion/>
- Definición de desperdicio. Obtenido de <http://www.uic.org.ar/Archivos/Revista/File/Desperdicios%20de%20la%20producci%C3%B3n-%20Ef.%20Em..pdf>
- Definición de eficiencia. Obtenido de <https://blog.grupo-pya.com/se-calcula-la-efectividad-eficacia-eficiencia-una-empresa/>
- Definición de estudio de tiempos. Obtenido de <https://sites.google.com/site/et111221057312211582/definicion-de-estudio-de-tiempos>
- Definición de línea de producción. Obtenido de <https://www.seampedia.com/que-es-una-linea-de-produccion/>

- Definición de panfleto. Obtenido de <https://www.engenerico.com/prospecto-medicamentos/>
- Definición de producto a granel. Obtenido de <http://www.sice.oas.org/trade/mrcsrs/resolutions/Res5002s.asp>
- Definición de reproceso. Obtenido de https://html.rincondelvago.com/costes-ii_desperdicio-reproceso-y-desecho.html
- Definición de tasa de producción esperada o takt time. Obtenido de https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no74/21.-_balanceo_de_lineas_utilizando_herramientas_de_manufactura_esbelta.pdf
- Definición de tiempo estándar. Obtenido de <https://sites.google.com/site/et111221057312211582/calculo-del-tiempos-estandar>
- Definición de trabajo en proceso o work in progress. Obtenido de https://www.manufacturingterms.com/Spanish/Work_In_Process_WIP.html
- Heizer, J. y Render B. (2009). *Principios de administración de operaciones*. México, Editorial Pearson Educación.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, Editorial Mc Graw Hill Education.
- Imagen. *Fórmula del VAN*. Obtenido de <https://www.rankia.cl/blog/mejores-opiniones-chile/3391122-tasa-interna-retorno-tir-definicion-calculo-ejemplos>
- Jansen R. (2012). *Determining an OEE Goal Based Upon Customer Takt Time*. *Uptime magazine*, (p.50-p.51)

- Meyers, F.y Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México, Editorial Pearson Educación.
- Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. México, Editorial Pearson Educación.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de Calificación Westinghouse.

<u>Destreza o Habilidad</u>		<u>Esfuerzo o Empeño</u>		<u>Condición</u>		<u>Consistencia</u>	
0.15	A1 Extrema	0.13	A1 Excesivo	0.06	A Ideales	0.04	A Perfecta
0.13	A2 Extrema	0.12	A2 Excesivo	0.04	B Excelentes	0.03	B Excelentes
0.11	B1 Excelente	0.08	B1 Excelente	0.02	C Buena	0.01	C Buena
0.08	B2 Excelente	0.08	B2 Excelente	0	D Regulares	0	D Regular
0.06	C1 Buena	0.05	C1 Bueno	-0.03	E Aceptables	-0.02	E Aceptable
0.03	C2 Buena	0.02	C2 Bueno	-0.07	F Deficientes	-0.04	F Deficiente
0	D Regular	0	D Regular				
-0.05	E1 Aceptable	-0.04	E1 Aceptable				
-0.1	E2 Aceptable	-0.08	E2 Aceptable				
-0.16	F1 Deficiente	-0.12	F1 Deficiente				
-0.22	F2 Deficiente	-0.17	F2 Deficiente				

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p.233

Anexo 2. Tabla de suplementos por descanso.

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos¹

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		4	45
B. Suplemento por postura anormal				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	max	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I. Monotonía		
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16		0	Trabajo muy monótono	4	4
8		10	J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente. *Introducción al Estudio del trabajo-segunda edición, OIT.*

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

Anexo 3. Detalles de estudio de tiempos.

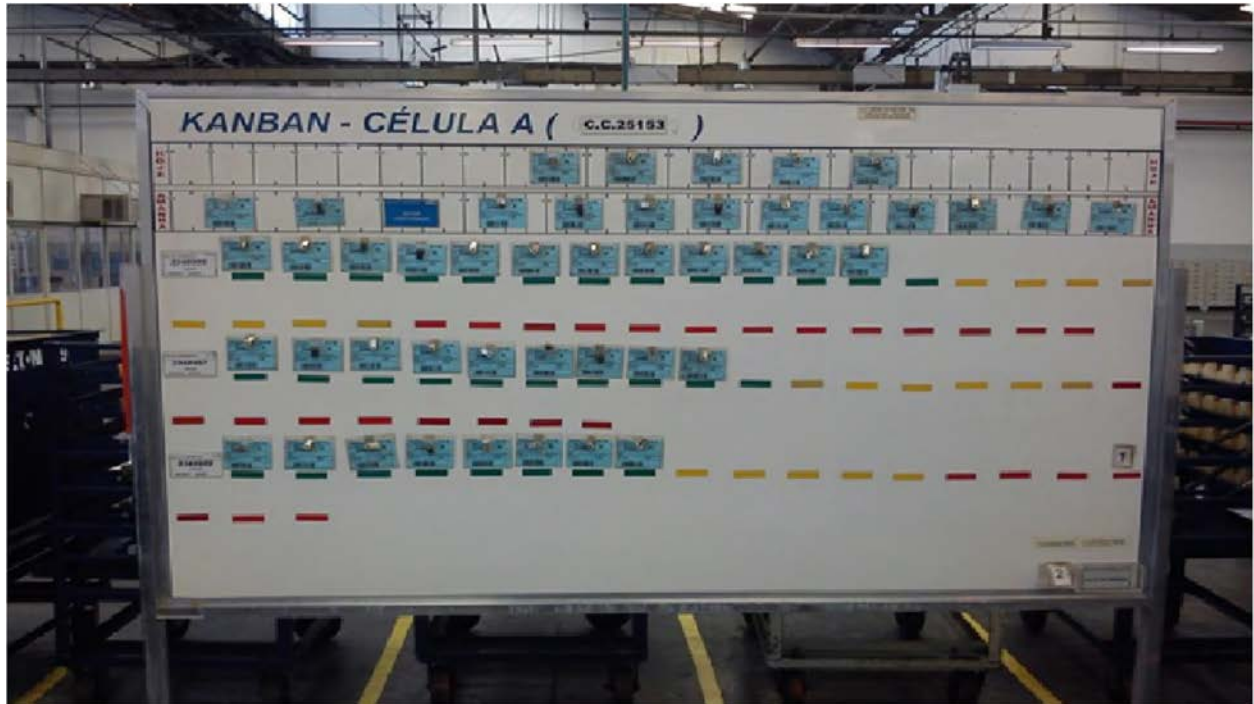
Hoja de trabajo del estudio de tiempo de ciclo largo																				
Departamento: Semisólidos																				
Realizado por: Mayra Frías																				
Descripción de la operación: mezclar																				
Método: Continuo <input checked="" type="checkbox"/> X																				
Regreso a cero <input type="checkbox"/>																				
Observaciones (minutos decimales)																				
No.	Descripción de la actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Tiempo promedio	Tiempo normal	Tiempo estándar/ unidad	Rango	Rango/ Promedio
1	Abrir puerta y tomar muestra (Almacén de materia prima)	0.350	0.253	0.150	0.383	0.333	0.367	0.317	0.217	0.250	0.367	0.408	0.383	0.333	0.367	0.320	0.381	0.430	0.258	0.81
2	Transportar a mezclador	0.197	0.197	0.247	0.183	0.233	0.250	0.217	0.208	0.183	0.242	0.217	0.167	0.200	0.192	0.209	0.249	0.282	0.083	0.40
3	Echar MP-VIP en el mezclador	1.250	1.450	1.354	1.333	1.200	1.260	1.167	1.300	1.258	1.300	1.167	1.183	1.150	1.417	1.271	1.512	1.709	0.283	0.22
4	Cerrar tapa de mezclador y encender máquina	0.191	0.187	0.200	0.217	0.267	0.250	0.217	0.233	0.300	0.283	0.250	0.217	0.200	0.233	0.232	0.276	0.312	0.113	0.49
5	Llenar cantilla de control e inspección de materia prima	0.950	0.800	0.758	0.833	0.800	1.000	0.917	0.900	0.983	0.817	1.017	0.917	0.883	0.833	0.886	1.055	1.192	0.259	0.29
6	Verter y mezclar MP-PGL v MP-GLC	0.850	0.750	0.547	0.917	0.917	0.683	0.750	0.833	0.967	0.800	0.750	0.817	0.867	0.883	0.809	0.963	1.088	0.42	0.52
7	Moler MP-PCM	1.600	1.500	1.478	1.633	1.633	1.590	1.500	1.572	1.750	1.533	1.583	1.667	1.550	1.517	1.579	1.879	2.123	0.25	0.16
8	Transportar MP-CNO a balanza con pesa	0.183	0.200	0.165	0.250	0.250	0.125	0.083	0.183	0.283	0.142	0.183	0.217	0.267	0.283	0.201	0.239	0.270	0.2	0.99
9	Pesar MP-CNO	0.167	0.187	0.154	0.233	0.200	0.117	0.283	0.200	0.292	0.133	0.083	0.167	0.150	0.250	0.187	0.222	0.251	0.209	1.12
10	Transportar MP-CNO a línea principal	0.117	0.195	0.095	0.167	0.233	0.150	0.133	0.250	0.117	0.133	0.150	0.217	0.167	0.167	0.162	0.193	0.218	0.155	0.95
11	Verter H2O en probeta plástica	0.250	0.235	0.125	0.248	0.183	0.217	0.283	0.233	0.333	0.167	0.217	0.233	0.233	0.300	0.233	0.277	0.313	0.208	0.89
12	Transportar probeta plástica a mezclador	0.083	0.075	0.048	0.117	0.083	0.100	0.133	0.117	0.167	0.150	0.067	0.150	0.133	0.167	0.114	0.135	0.153	0.119	1.05
13	Echar H2O en mezclador	0.333	0.254	0.264	0.417	0.333	0.383	0.367	0.300	0.417	0.250	0.250	0.300	0.283	0.233	0.313	0.373	0.421	0.184	0.59
14	Inspeccionar mezclador	0.150	0.178	0.365	0.250	0.117	0.167	0.133	0.183	0.333	0.267	0.133	0.100	0.142	0.083	0.186	0.221	0.250	0.282	1.52
15	Echar H2O e inspeccionar mezclador	1.550	1.481	1.356	1.417	1.567	1.500	1.583	1.483	1.667	1.533	1.500	1.483	1.550	1.567	1.517	1.805	2.040	0.311	0.21
16	Verter H2O en probeta plástica	1.583	1.578	1.478	1.500	1.500	1.500	1.500	1.543	1.700	1.667	1.483	1.633	1.567	1.583	1.562	1.839	2.100	0.222	0.14
17	Demora por mezclador (mezclando materia prima)	40.830	70.658	67.138	68.319	52.364	61.932	41.224	55.149	55.083	50.362	71.037	50.670	40.833	45.000	55.043	65.501	74.016	63.37	1.15
18	Verter MP-ESL en mezclador	0.333	0.335	0.265	0.267	0.250	0.300	0.367	0.283	0.467	0.333	0.233	0.233	0.250	0.283	0.313	0.373	0.421	0.234	0.75
19	Verter MP-GLC en mezclador	0.250	0.248	0.345	0.351	0.233	0.283	0.217	0.200	0.200	0.300	0.217	0.200	0.333	0.350	0.266	0.317	0.358	0.151	0.57
20	Echar H2O en bolsa plástica y mezclar con MP-CNO	0.450	0.439	0.358	0.450	0.467	0.500	0.417	0.433	0.533	0.333	0.333	0.383	0.417	0.400	0.422	0.503	0.568	0.167	0.40
21	Echar disolución en mezclador	0.550	0.545	0.498	0.467	0.417	0.500	0.583	0.483	0.417	0.400	0.583	0.500	0.633	0.617	0.514	0.611	0.691	0.233	0.45
22	Echar H2O en bolsa plástica y mezclar con MP-CNO	0.500	0.496	0.553	0.600	0.367	0.467	0.417	0.450	0.333	0.350	0.417	0.467	0.483	0.533	0.459	0.547	0.618	0.267	0.58
23	Echar disolución en mezclador (otra vez)	0.533	0.244	0.478	0.583	0.500	0.583	0.550	0.533	0.417	0.433	0.567	0.583	0.617	0.650	0.519	0.618	0.698	0.406	0.78
24	Echar mezcla en funda plástica	1.667	1.863	1.546	1.750	1.567	1.583	1.633	1.617	1.500	1.708	1.583	1.600	1.633	1.833	1.649	1.962	2.217	0.363	0.22
25	Transportar mezcla a extrusora	0.083	0.078	0.035	0.117	0.083	0.133	0.060	0.118	0.100	0.117	0.067	0.050	0.075	0.117	0.088	0.105	0.118	0.083	0.94
Tiempo Total (minutos decimales)		55.000	84.426	80.000	83.002	66.097	76.107	55.001	68.991	70.000	64.237	84.579	64.470	55.000	59.858	69.055				
Unidades fabricadas de jabón		175.000	126.000	124.000	39.000	127.000	114.000	54.000	124.000	122.000	130.000	139.000	74.000	162.000	48.000	111.286				

Departamento: Semisólidos																				
Realizado por: Mayra Frías																				
Descripción de la operación: extruir																				
Método: Continuo <input checked="" type="checkbox"/> X																				
Regreso a cero <input type="checkbox"/>																				
Observaciones (minutos decimales)																				
No.	Descripción de la actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Tiempo promedio	Tiempo normal	Tiempo estándar/ unidad	Rango	Rango/ Promedio
1	Operador 02 echa mezcla en extrusora	7.144	6.145	8.568	7.549	5.869	7.548	6.463	6.789	7.451	6.594	7.456	6.000	6.786	7.156	6.966	8.150	9.209	2.699	0.387
2	Operador 03 corta barra para reprocesar	20.742	25.320	22.163	21.360	20.456	22.132	23.978	23.748	21.916	25.394	23.618	25.467	24.365	21.743	23.029	27.634	31.227	9.000	0.391
3	Cortar barra para siguiente operación	8.655	3.660	6.133	1.929	6.281	5.638	2.671	6.133	6.034	6.430	6.875	3.660	8.309	2.374	5.342	6.410	7.243	6.281	1.176
Tiempo Tot a (minutos decimales)		36.541	35.125	36.864	30.838	32.606	35.318	33.112	36.670	35.401	38.418	37.949	35.127	39.460	31.273	35.336				
Unidades fabricadas de jabón		175	126	124	39	127	114	54	124	122	130	139	74	168	48	111.714286				

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

Hoja de trabajo del estudio de tiempo																																										
Departamento: Semisólidos																																										
Realizado por: Merya Farias																																										
Descripción de la operación: secacion, troquear, sellar, empaque.																																										
Método: Continuo <input checked="" type="checkbox"/>																																										
Regreso a cero <input type="checkbox"/>																																										
No.	Descripción de la actividad	Lecturas (seg.)																												Tiempo promedio	Tiempo normal	Tiempo estándar/ unidad	Rango	Rango/ Promedio	Rango/ Promedio	Rango	R/X	Máximo	Rango			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28											29	30	
1	Secionar barra	1.01	1.05	1.02	1.05	1.01	1.07	1.06	1.07	1.03	1.04	1.05	1.03	1.01	1.05	0.10	1.02	1.01	1.05	1.01	1.05	1.01	2.01	1.03	1.02	4.04	1.02	1.03	1.00	1.00	0.10	1.101733	1.32	1.48395	3.94	3.58						
2	Troquear amp	19.07	10.04	12.02	15.02	14.02	13.05	13.01	14.03	14.00	17.08	16.07	15.03	15.09	17.02	13.03	13.10	16.09	13.08	12.01	14.10	21.02	18.01	17.04	15.01	14.02	14.03	15.03	18.09	20.08	13.10	15.04557	17.75	20.06176	10.98	0.73						
3	Enfundar y sellar	10.03	11.06	11.10	13.03	13.02	13.00	17.01	10.04	10.09	7.05	10.00	21.04	20.07	18.08	10.56	17.02	13.25	11.15	11.22	17.36	18.29	20.57	10.98	13.54	13.58	13.98	12.35	14.54	10.96	8.05	13.46673	15.89	17.95654	13.99	1.04						
4	Empaquetar	9.02	9.92	8.08	10.88	11.32	10.97	10.84	11.96	9.51	10.57	11.80	8.85	10.65	11.24	9.65	9.78	9.95	10.51	10.68	11.56	11.32	12.54	11.54	10.57	10.45	10.36	10.47	11.23	11.48	11.35	10.639	12.66	14.30626	3.88	0.36						

Anexo 4. Pizarra propuesta para el sistema de kanban.



Anexo 5. Cotización del conveyor.

RAMS International Group Corp

Industrial & Commercial Solutions
P.O. Box 10870, Westbury, NY 11590-8097
Tel USA: 1 (516) 776-9201 Fax: 1 (516) 665-0020
www.ramsinternationalgc.com

SUPLIDOR # 130148089

COTIZACION # EA091218-01

Un (1) Conveyor Dorner 9" x 4' 22MTDMSP09-0400100A040442-27

2200 Modular Belt center drive conveyor, 9in (229mm) wide x 4.00ft (1219mm) long type 42, Metalworking Heat Resistant Closed Mesh, drive shaft in position A with type 04 - 3in (76mm) bolt-on aluminum high side profile on both sides with standard discharge and infeed pulleys. Includes mounting brackets. Uncrated weight = 59lb (27kg).

Variable speed VFD controller, NEMA 4 enclosure, reversing, 115V, 1 phase, 60 Hz input, 230VAC output, 2.2 amp. Uncrated weight = 3lb (1kg).

- Precio Total EXWUS\$ 6,099.00
- Tiempo Estimado de Entrega..... 3 – 5 Semanas

Si tiene alguna pregunta, por favor no dude en contactarnos.

Atentamente,

Sergio Ramírez
International Sales

TERMINOS Y CONDICIONES DE VENTA

1. **Términos de pago:** Neto sesenta (60) días naturales. Todos los pagos deben ser en dólares estadounidenses (US\$).
2. **Precios:** Todos los precios en dólares estadounidenses, válidos por 15 días (a menos que esté estipulado de forma diferente en la cotización) y sujetos a cambios. Productos sujetos a disponibilidad del suplidor y/o fabricante.
3. **Impuestos y cargos aduanales:** Todos los impuestos, costos aduanales, tarifas y cualquier otro tipo de cargos impuestos por autoridades portuarias, aduanales u otras (en punto de embarque o desembarque) son total responsabilidad del cliente (comprador).
4. **Tiempo Estimado de Entrega y transportación:** El tiempo estimado de entrega puede variar y es responsabilidad del fabricante y/o suplidor original. Favor confirmar tiempo de entrega al poner la orden. El tiempo estimado de entrega no incluye el tiempo de tránsito desde EEUU hacia destino final. RAMS International Group Corp no se hace responsable por demoras en la producción y/o fabricación de los productos, equipos, materiales, partes y/o repuestos cotizados ni por problemas técnicos de los camiones, aviones y/o barcos utilizados para el transporte de la carga o de problemas causados por las inclemencias del tiempo. RAMS International Group Corp tampoco se hace responsable de errores causados por las compañías contratadas para el transporte de carga desde o hacia el punto de entrega. "Días hábiles" constituyen días de trabajo en los Estados Unidos y excluye sábados, domingos y feriados. Los días hábiles se empiezan a contar a partir del día en que se recibe el pago total de la orden o del día en que se recibe el primer pago estipulado en la Propuesta (Cotización) por parte de RAMS International Group Corp (si el pago es cheque o transferencia bancaria, los días hábiles se cuentan a partir del día que los fondos aclaran). Si la propuesta no estipula pago por adelantado, los días hábiles empiezan a contar a partir del día en que la orden de compra es recibida y confirmada por un agente autorizado de RAMS International Group Corp.

RAMS International Group Corp Industrial & Commercial Solutions

- RAMS International Group Corp no se hace responsable en demoras en entrega de órdenes después de que estas son entregadas al consolidador (agente) de cargas "freight forwarder" designado por el cliente (comprador).
- 5. Cotización y documentación:** Favor revisar la cotización, y todos los documentos adjuntos, incluyendo cualquier información técnica disponible. RAMS International Group Corp no se hace responsable si el cliente ordena la pieza, equipo, maquinaria o parte equivocada. Sólo el fabricante y/o suplidor original y no RAMS International Group Corp, tiene la autoridad de aprobar una devolución y/o cambio del producto en caso de este ser el equivocado. En caso de que una devolución y/o cambio del producto sea autorizado, el cliente (comprador) debe asumir todos los gastos de transporte y manejo hasta el punto de entrega designado por el fabricante, suplidor o RAMS International Group Corp. Toda información técnica, imágenes, fotos u alguna otra descripción suministrada con la cotización son responsabilidad exclusiva del fabricante y/o suplidor original. RAMS International Group Corp no se hace responsable por errores en esta información. Todas las marcas registradas de cada producto son propiedad de sus respectivos fabricantes.
 - 6. Garantías:** Todos los equipos, maquinarias, partes, repuestos, u otros productos ofrecidos por RAMS International Group Corp están sujetos a las garantías y condiciones de sus fabricantes correspondientes. Las condiciones y limitaciones específicas de cada garantía son establecidas a discreción y responsabilidad de cada fabricante y no de RAMS International Group Corp. El cliente puede solicitar copia de las garantías disponibles en cada orden. En caso de que un producto deba ser devuelto al fabricante por asunto de garantía, el cliente (comprador) debe cubrir los gastos de envío al punto de entrega original en EEUU o a otro punto designado por el fabricante o RAMS International Group Corp.
 - 7. Devoluciones:** Todas las ventas son finales a menos de que se estipule lo contrario en la cotización.
 - 8. Otros:** Al momento de poner una orden de compra basada en esta cotización, el cliente acepta todos los términos y condiciones de venta aquí descritos. Los términos y condiciones de venta están sujetos a cambios sin previo aviso.

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

Anexo 6. Cotización de prensa con cuchilla mediante presión de aire.



AUTOMATIONDIRECT.COM, INC.

QUOTATION

REMIT PAYMENTS TO:
 P.O. BOX 402417
 ATLANTA, GA 30384-2417
 MAIN: 800-633-0405/770-889-2858
 FAX: 770-889-7876

Quote# 6334072ZCLH	
QUOTE DATE	PAGE
January 15, 2020	1 of 2
Pricing is valid for 30 days	

QUOTATION FOR:	SHIPPING ADDRESS:
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

CUSTOMER ID: GUEST

PREPARED BY: ONLINE

ITEM CODE	DESCRIPTION	PRICE	QUANTITY	STOCK STATUS	TOTAL
BX-DM1-10ER-D	BRX Do-more PLC. 12-24 VDC required, serial port, microSD card slot, Discrete Input: 6-point, AC/DC, Discrete Output: 4-point, relay. Terminal blocks sold separately. Requires either BX-RTB10 , BX-RTB10-1 terminal block kit or ZIPLink pre-wired connection cables . DM-PGMSW Software version 2.00 or later is required. DM-PGMSW Do-more Designer Programming Software Free Download . No keycode required to activate software.	\$247.00	1	In Stock	247.00
P1-01DC	Productivity1000 DC power supply, 12-24 VDC nominal input. External power supply optional. For applications not exceeding (8) P1000 modules. Download Productivity Suite Programming Software at no charge Download P1-USER-M User Manual at no charge. Manuals do not come with our products unless specified in the description.	\$45.00	1	In Stock	45.00
EA9-T6CL-R	C-more EA9 series touch screen HMI, 6in color TFT LCD, 320 x 240 pixel, QVGA, LED backlight, supports (1) serial and (2) USB ports and (1) memory card slot. Download C-more Hardware User Manual at no charge	\$521.00	1	In Stock	521.00
D24030DT-M	NITRA pneumatic air cylinder, NFPA tie rod, 1-1/2in bore, 3in stroke, double acting, magnetic piston, tapped end caps mount.	\$115.00	1	In Stock	115.00
AVS-3323-24D	NITRA solenoid valve, 3-port (3-way), 2-position, double solenoid, (1) 3/8in female NPT inlet(s), (1) 3/8in female NPT outlet(s), (1) 3/8in female NPT exhaust(s), Cv=1.67, 24 VDC, 3.0W, 11mm DIN style wiring plug.	\$48.00	1	In Stock	48.00
AVS-3313-24D	NITRA solenoid valve, 3-port (3-way), 2-position, N.C., single solenoid spring return, (1) 3/8in female NPT inlet(s), (1) 3/8in female NPT outlet(s), (1) 3/8in female NPT exhaust(s), Cv=1.67, 24 VDC, 3.0W, 11mm DIN style wiring plug.	\$35.00	1	In Stock	35.00
A24040SN	NITRA pneumatic air cylinder, non-repairable, 1-1/2in bore, 4in stroke, single acting, front nose mount. For washdown capability see F-Series cylinders	\$42.00	1	In Stock	42.00

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”



AUTOMATIONDIRECT.COM, INC.

QUOTATION

REMIT PAYMENTS TO:

P. O. BOX 402417
 ATLANTA, GA 30384-2417
 MAIN: 800-633-0405/770-889-2858
 FAX: 770-889-7876

Quote# 6334072ZCLH

QUOTE DATE	PAGE
January 15, 2020	2 of 2
Pricing is valid for 30 days	

ITEM CODE	DESCRIPTION	PRICE	QUANTITY	STOCK STATUS	TOTAL
OPT2040	Wenglor fiber amplifier, rectangular, 1-channel, pushbutton user interface, NPN/PNP, programmable switching, impulse or time delay outputs, 10-30 VDC operating voltage, 4-pin M8 quick-disconnect. Manuals do not come with our products unless specified in the description. Download manual from our web site at no charge.	\$84.00	1	In Stock	84.00
OPT2054	Wenglor optical fiber, plastic, cuttable, diffuse, parallel fibers, M6 head, nickel-plated brass, polyethylene jacket, 160mm sensing distance, 2m length.	\$39.50	1	In Stock	39.50

SUB TOTAL: \$1176.50

Retrieve this quote at any time by visiting: <http://go2adc.com/quotes> and enter the Quote#: 6334072ZCLH

TERMS & CONDITIONS:

Quote prices are guaranteed for 30 days. Stock availability is valid only at time of quote. For backordered items, call for availability. Our terms are Net 30 days and we invoice on the day of shipment. Our shipping terms are FOB Cumming, GA, USA. Our terms and conditions apply to all orders. We do not accept any deviations from these terms. If your PO lists terms that are different from the above, we will process the PO, but we do not accept the terms. For blanket orders please contact us.

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

Anexo 7. Cotización de la mezcladora DSM-100P.



SAS MARIANI SRL
Via Toscanini, 46 - 20831 Seregno (MB) - Italy
Phone +39 0362 239988 - Fax +39 0362 328413

R.E.A. MB 13850
M.MB05701
Cod. Fisc. E Part. IVA 0220257096
VAT: IT 0220257096

Dominical Republic

CODICE/CODE

DATA/DATE

VS. ORDINE/YOUR ORDER N.

PROFORMA INVOICE N. 050/2017-B

NS. RIF./OUR REF. N. OFF. 4508/17

Q.TA/ Q.TY	CODICE CODE	DESCRIZIONE DEI BENI DESCRIPTION OF THE GOODS	VALUTA VALUE	PREZZO UNIT. UNIT PRICE	PREZZO TOTALE TOTAL PRICE
1		PILOT SIZE FINISHING LINE COMPLETE OF:			
1		Work Bench	USD	1,336.45	1,336.45
1		Double Arm Sigma Mixer DSM-100P	USD	9,591.15	9,591.15
ORIGIN OF THE GOODS: ITALY					
TOTALE IMPONIBILE/TOTAL TAXABLE					10,927.6
C&F FROM SEREGNO TO RIO HAINA (IN CONTAINER)					1,113.46
INSURANCE					579.00
TOTAL CIF TO RIO HAINA PORT					12,620.06

PAGAMENTO/PAYMENT
30% down-payment with the firm order - 70% by confirmed Irrevocable Letter of Credit payable against Shipping Documents

DATI BANCARI/BANK DETAILS:

BANCA INTESA SANPAOLO SPA - Address: PIAZZA RISORGIMENTO, 16 - SEREGNO
BIC/SWIFT: BCITITMM
ACCOUNT: IN EURO
IBAN CODE: :
BENEFICIARY: SAS MARIANI SRL

NOTE/NOTES

OPERAZIONE NON IMPONIBILE AI FINI IVA AI SENSI DELL'ART. 8 LETTERA "A" DPR 633 DEL 26/10/72 E SUCCESSIVE MODIFICHE ED INTEGRAZIONI

DECLARATION FOR CUSTOMS: We declare that the goods of the present invoice:

1. THEY ARE NOT DUAL-USE PRODUCTS (REG. CEE 1334/2000)
2. THEY ARE NOT INTO THE CULTURAL HERITAGE LIST (REG. CEE 3911/92)
3. THEY ARE NOT MANUFACTURED WITH EXEMPLARS MENTIONED INTO WASHINGTON AGREEMENT (REG. CEE 338/97)
4. THEY ARE NOT PRODUCTS DESTINATED TO TORTURE OR REPRESSION (REG. CEE 1236/05)

La merce viaggia a vs. rischio e pericolo anche se venduta franco destino. Non si accettano reclami trascorsi otto giorni dal ricevimento della merce. Trascorsi il termine stabilito per il pagamento dovranno gli interessati commercializzare e competere il solo foro di Milano.

“Evaluación del proceso de manufactura de semisólidos. Caso aplicado a una empresa farmacéutica ubicada en Alameda”

Anexo 8. Cotización para el sistema kanban.

BLANCO & PRIETO, EIRL

RNC 130853649
 C/ 3ra, N° 80 Urb. Palma Sto. Dgo. Este
 Tlf: 829-595-1515
 Recepcion@blancoyprieto.com,

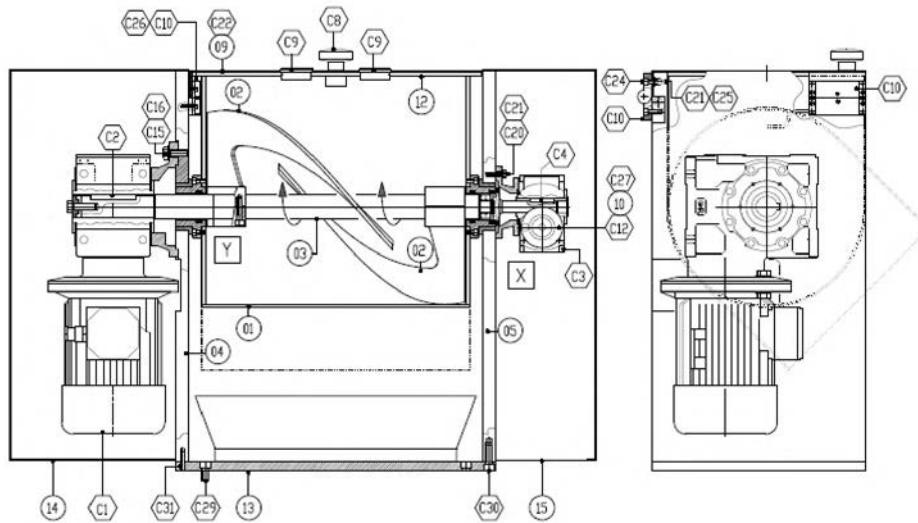


Cotización	
Número	4760
Fecha	
Página	1

CUTLER-HAMMER ELECTRICAL CO.

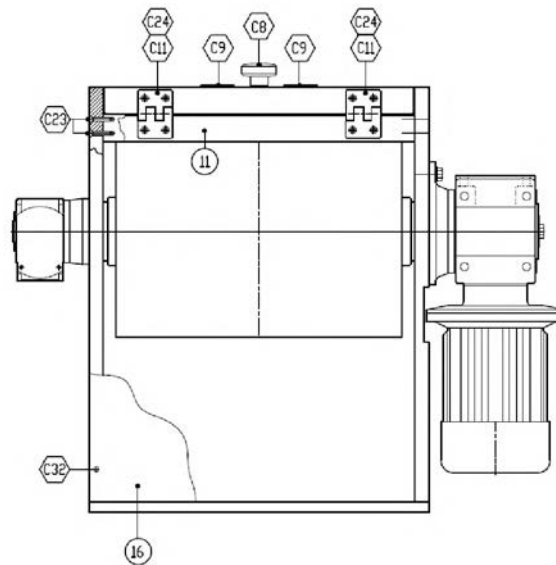
Código Cliente	RNC	Referencia	Términos					
1018	130038181		Crédito 60 días					
Vendedor		Emite						
Edward		Especial						
Ini	Cod. Prod	Descripción Producto	Cantidad	Unid.	Precio	In p %	In p Monto	In porte
1	12101	Mural	1.00	UN	19,500.00	0.00	0.00	19,500.00
0		Modulo I:				0.00	0.00	
0		Estructura metalica a tamaño				0.00	0.00	
0		96.6x57.9" vinil						
0		impreso laminado + piezas				0.00	0.00	
0		imantadas.						
AVISO:					Subtotal		19,500.00	
					Dcto. parcial			
					Dcto. Global			
					Miscelaneos			
					In pto.		0.00	
<i>Firma</i> _____					T O T A L		19,500.00	

Anexo 9. Vista en planta de la mezcladora.



Fuente suministrada por el proveedor.

Anexo 10. Vista frontal de la mezcladora.



Fuente suministrada por el proveedor.

Anexo 11. Tarifas eléctricas aplicables a los usuarios de servicio público.

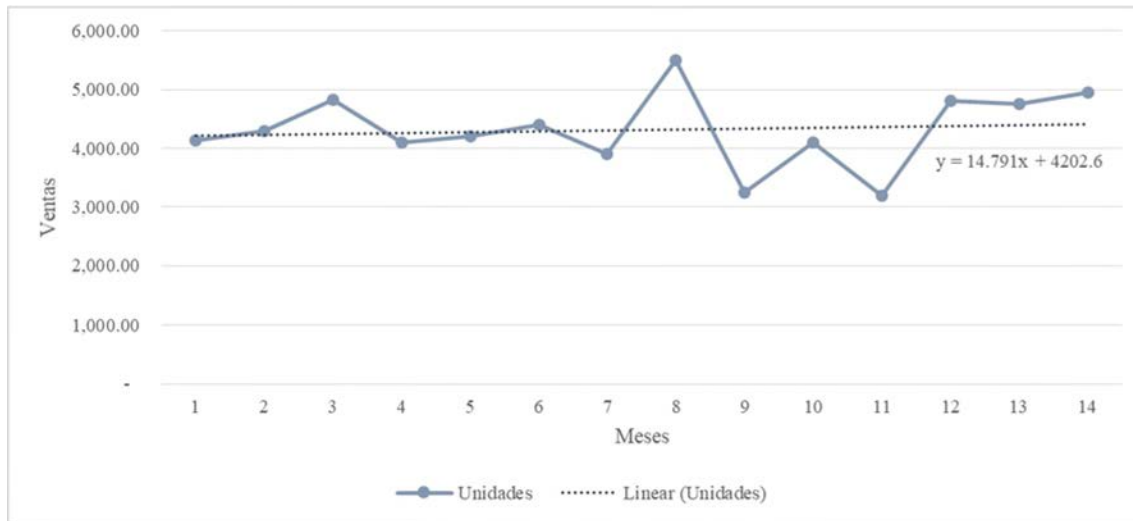
TARIFA	CONCEPTO	TARIFA SIN SUBSIDIO(RD\$)	TARIFA CON SUBSIDIO (RD\$)
BTS1 Residencial	Cargo fijo por rango de consumo		
	Consumo mensual de 0 hasta 100 kwh	35.88	37.95
	Consumo mensual de 101 kwh en adelante	129.75	137.25
	Cargos por energía		
	0 - 200 kwh	8.71	4.44
	201 - 300 kwh	8.71	6.97
	301 - 700 kwh	10.73	10.86
	Más de 700 kwh	10.73	11.10
BTS2 Comercios	Cargo fijo	88.34	137.67
	Cargos por energía		
	0 - 200 kwh	8.71	5.97
	201 - 300 kwh	8.71	8.62
	301 - 700 kwh	10.73	11.30
	Más de 700 kwh	10.73	11.49

Fuente. Programa de Rehabilitación de Redes Eléctricas, C.D.E.E.E.

Anexo 12. Tabla para escoger pronóstico móvil simple.

Estadística descriptiva	Ventas (uds.)	Valores (DOP)
Meses	14	14.000
Media	4,313.571	\$ 664,290.00
Desviación estándar	631.745	\$ 97,288.72
Rango	2,300.000	\$ 354,200.00
Mínimo	3,200.000	\$ 492,800.00
25 percentil (Q1)	4,042.500	\$ 622,545.00
50 percentil (Median)	4,250.000	\$ 654,500.00
75 percentil (Q3)	4,805.000	\$ 739,970.00
Maximum	5,500.000	\$ 847,000.00
95.0% CI Mean	3948.8 to 4678.3	6.0812E+005 to 7.2046E+005
95.0% CI Sigma	457.99 to 1017.8	70530 to 1.5674E+005
Anderson-Darling Normality Test	0.310	0.310
Valor P (A-D Test)	0.514	0.514
Skewness	(0.152)	(0.152)
P-Value (Skewness)	0.789	0.789
Kurtosis	0.120	0.120
Valor -P (Kurtosis)	0.739	0.739
Coefficiente de variación	15%	

Anexo 13. Demanda proyectada con el método de regresión lineal.



HOJA DE EVALUACIÓN

Mayra Alejandra Frías Gómez

Laura Virginia Rodríguez González

Marcelino Paniagua

Asesor

Miembro del jurado

Miembro del jurado

Presidente del jurado

Ing. Alexis Parra

Director de la escuela de Ing. Industrial

Mayra Alejandra Frías Gómez

Laura Virginia Rodríguez González

Calificación numérica _____

Calificación numérica _____

Clasificación alfabética _____

Clasificación alfabética _____

Fecha