

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

**REINGENIERIA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
FABRICACION DE JARABE DENTRO DE UN
LABORATORIO FARMACEUTICO**

Capitoni, Rodrigo Javier – LU: 1028892

Ingeniería Industrial

Cambellotti, Dalila Clara – LU: 1040733

Ingeniería Industrial

Tutor:

Ing. Michelotti, Luciano, Armando, UADE



UADE

UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS

Agradecimientos

En este apartado nos gustaría agradecerles a todas las personas que nos acompañaron en el camino de la carrera Ingeniería Industrial si bien son muchas, mencionarlas hoy en este trabajo final es lo mínimo que podemos hacer. Como así también a aquellos que nos han apoyado en el desarrollo de nuestro Proyecto Final de Ingeniería.

- ✚ A nuestras familias y amigos que día a día nos apoyaron y en varios momentos de crisis facultativa estuvieron ahí para que siguiéramos adelante.
- ✚ A nuestra Facultad UADE y todos los profesores con los que compartimos muy buenos momentos, conocimientos y experiencias durante las cursadas.
- ✚ A nuestros amigos y compañeros de la UADE, con quienes compartimos muchos momentos, cursadas, recreos, estudio en la biblioteca.
- ✚ Al Ing. Luciano Michelotti, quien fue nuestro tutor y nos guió en el presente trabajo.
- ✚ Al laboratorio que nos abrió las puertas para que pudiéramos conocerlo y recolectar toda la información que necesitábamos para realizar nuestro trabajo final de ingeniería.

A todas las personas involucradas directa o indirectamente en este trabajo:

Les queremos decir. Muchas Gracias.

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo principal la reingeniería del proceso productivo de fabricación del jarabe ibupirac al 4%, dentro de un laboratorio farmacéutico al que llamaremos Laborax.

El estudio hace hincapié en la oportunidad que surge en la empresa de poder aumentar la cartera de clientes incorporando a Pfizer con la producción total de Ibuprofeno Jarabe al 4%. Para lograr esto se deben cumplir ciertos requisitos que, como laboratorio de primera línea Pfizer exige de manera que la producción y los procesos cumplan con sus especificaciones de calidad.

Tuvimos la posibilidad de visitar en varias oportunidades el laboratorio donde uno de sus directores nos compartió sus conocimientos sobre la elaboración de jarabes y la industria farmacéutica. En base a esta información compartida sumado a nuestros conocimientos y datos obtenidos de proceso productivo, pudimos desarrollar el proyecto.

A partir de distintos estudios sobre las ventas de medicamentos a nivel mundial, se desarrolló un análisis para estimar la demanda anual proyectada a 5 años para la República Argentina.

Sabiendo los niveles de producción a los cuales se debería llegar para satisfacer la demanda proyectada, realizamos un estudio técnico del proceso actual teniendo en cuenta entre otros factores, los tiempos, las capacidades productivas y el personal involucrado. De manera tal de establecer las condiciones a partir de las cuales partimos para plantear las posibles mejoras.

En primera instancia se realizaron las modificaciones necesarias para llevar a cabo el proceso productivo, desde una producción sectorizada en numerosos cuartos a uno en línea continua. Cumpliendo de este modo la primera condición impuesta por Pfizer para considerar a Laborax como su proveedor.

Una vez realizados los cambios necesarios para la implementación del proceso productivo en línea, estudiamos las capacidades de producción de las distintas máquinas, en conjunto con los tiempos involucrados en el proceso y realizamos una simulación que permitió de manera más dinámica localizar el cuello de botella.

Como resultado del análisis del proceso productivo en línea continua, observamos que la producción no alcanza a suplir la demanda anteriormente calculada. Es por esta razón que estudiamos la mejora del proceso productivo a través del cambio de la máquina llenadora, la cual constituye el cuello de botella del proceso.

Una vez efectuado el cambio de la máquina, volvimos a realizar los estudios antes mencionados, concluyendo que produciendo de este modo se cumplen las demandas exigidas por el cliente.

Finalmente se realizó el estudio Económico Financiero que nos permitió determinar la rentabilidad del proyecto mediante el análisis de los distintos costos e ingresos. Se determinó la rentabilidad, obteniendo una VAN de UDS 5.217.984,35 una TIR del 53,41% y un PayBack aproximado de 1 año 5 meses.

Abstract

The main objective of this project is the reengineering of the manufacturing process for the ibupirac syrup at 4%, within a pharmaceutical laboratory that we will call Laborax.

The study emphasizes the opportunity that arises in the company to be able to increase the client portfolio by incorporating Pfizer with the total production of Ibuprofen Syrup at 4%. In order to achieve this, certain requirements must be fulfilled that, as a Pfizer first-line laboratory, requires that production and processes comply with their quality specifications.

We had the opportunity to visit the laboratory several times where one of its directors shared their knowledge about syrups and the pharmaceutical industry. Based on this shared information added to our knowledge and data obtained from the production process, we were able to develop the project.

Based on different studies on the sales of medicines worldwide, an analysis was developed to estimate the projected annual demand for 5 years for the Argentine Republic.

Knowing the levels of production that should be reached to meet the projected demand, we conducted a technical study of the current process taking into account, among other factors, the times, the productive capacities and the personnel involved. In such a way to establish the conditions from which we start to raise possible improvements.

In the first instance, the necessary modifications were made to carry out the productive process, from a sectorized production in numerous rooms to one in a continuous line. Fulfilling in this way the first condition imposed by Pfizer to consider Laborax as it's supplier.

Once the necessary changes were made to implement the online production process, we studied the production capabilities of the different machines, in conjunction with the times involved in the process and we enhanced a simulation that allowed a more dynamic location of the bottleneck.

As a result of the continuous production process analysis, we observe that the production does not reach to meet the previously calculated demand. It is for this reason that we study the improvement of the productive process through the change of the filling machine, which constitutes the bottleneck of the process.

Once the machine was changed, we went back to carrying out the aforementioned studies, concluding that by producing in this way the demands demanded by the client are met.

Finally, the Economic Financial study was carried out, which allowed us to determine the profitability of the project by analyzing the different costs and revenues of the project. The profitability of the project was determined, obtaining a NPV of UDS 5,217,984.35, an IRR of 53.41% and an approximate PayBack of 1 year, 5 months.

ÍNDICE

Agradecimientos.....2

Resumen.....3

Abstract.....5

Índice de Gráficos11

Índice de Ilustraciones12

Índice de Tablas14

1. Introducción al Proyecto.....16

2. Objetivos y Alcance del Proyecto16

 2.1. Objetivo General.....16

 2.2. Objetivos Específicos.....16

 2.3. Estructura del Informe17

3. Marco Teórico.....18

 3.1. Contexto.....18

 3.1.1. Industrial – Análisis de Porter.....18

 3.1.2. Económico22

4. Situación de la Empresa Bajo Estudio.....23

 4.1. Trayectoria23

 4.2. Planta y Servicios.....24

 4.3. Dinámica Empresarial.....26

 4.4. Certificación SGC.....26

 4.5. Misión27

 4.6. Visión.....27

 4.7. Valores27

 4.8. Análisis FODA.....28

5. Producto29

 5.1. Descripción29

 5.2. Precio29

 5.3. Unidades de Medida30

6. Estimación de la Demanda.....31

 6.1. Mercado Mundial.....31

 6.2. Mercado en América Latina.....32

 6.3. Mercado Argentino33

 6.4. Demanda de Pfizer.....36

 6.5. Demanda de Laborax39

7. Estudio Técnico.....41

7.1.	Descripción	41
7.2.	Propuesta de Ingeniería.....	41
7.3.	Proceso productivo Antes de las Mejoras	42
7.3.1.	Descripción del Proceso Productivo	42
7.3.2.	Diagrama del Proceso Productivo.....	46
7.3.3.	Requerimientos de Mano de Obra	47
7.3.4.	Estudio de Tiempos.....	48
Diagrama de flujo del Proceso Productivo con Tiempos.....	48	
Programación de la Producción	50	
Conclusiones Estudio de Tiempos – Antes de las mejoras.....	51	
7.3.5.	Modificaciones propuestas.....	52
7.3.6.	Análisis de la distribución actual	53
7.3.7.	Reestructuración de la distribución en planta	53
7.3.8.	Reducción de los transportes internos.....	57
7.4.	Proceso productivo en línea - Mejora 1	60
7.4.1.	Descripción de proceso productivo.....	60
7.4.2.	Diagrama del proceso productivo	63
7.4.3.	Requerimiento de Mano Obra.....	64
7.4.4.	Estudio de Tiempos.....	65
Diagrama de Flujo del Proceso Productivo con Tiempos.....	65	
Programación de la Producción	67	
7.4.5.	Maquinaria y especificaciones técnicas	69
Reactores.....	69	
Llenadora LL-10	69	
Etiquetadora	70	
Estuchadora.....	70	
Agrupadora	71	
7.4.6.	Capacidades de producción.....	72
7.4.7.	Simulación del proceso productivo.....	73
7.4.8.	Conclusiones Simulación del proceso productivo – Mejora 1.....	76
7.4.9.	Selección de Proveedores (Nueva Envasadora).....	77
Requerimientos mínimos de la nueva Envasadora	77	
Selección de Proveedores	77	
7.5.	Proceso productivo en línea con nueva Llenadora – Mejora 2.....	79
7.5.1.	Descripción del proceso productivo.....	79
7.5.2.	Diagrama del Proceso Productivo.....	79
7.5.3.	Estudio de Tiempos.....	80

Diagrama de Flujo del Proceso Productivo con Tiempos.....	80
Programación de la producción	81
Conclusiones Estudio de Tiempos – Mejora 2	82
7.5.4. Simulación del proceso productivo.....	82
7.5.5. Conclusiones Simulación del proceso productivo – Mejora 2.....	84
7.6. Costeo de Lote Antes de las Modificaciones	85
7.7. Costeo del Lote Después de Modificaciones	86
7.8. Conclusiones del estudio técnico	87
7.9. Inversiones	88
8. Estudio Económico-Financiero	89
8.1. Moneda de Análisis.....	89
8.2. Análisis del Punto de Equilibrio	89
8.3. Horizonte de Evaluación.....	90
8.4. Financiación.....	91
8.5. Tasa de costo de Capital	91
8.6. Flujo de Fondos.....	92
8.6.1. Antes de las Modificaciones	93
8.6.2. Después de las Modificaciones	94
8.6.3. Incremental Después - Antes	95
8.7. Evaluación Financiera.....	96
8.7.1. Resultados Obtenidos.....	96
VAN.....	96
TIR	96
PayBack	96
8.7.2. Análisis de Sensibilidad.....	97
Análisis de Sensibilidad de la Demanda.....	97
Análisis de Sensibilidad de la Mano de Obra	98
Análisis de Sensibilidad del Dólar	98
Comparación TIR.....	99
Comparación VAN	100
Comparación Payback	101
8.7.3. Conclusiones del Análisis Económico- Financiero	101
9. Conclusiones Generales.....	102
10. Bibliografía.....	103
11. Anexo	106
11.1. Maquinaria actual y especificaciones técnicas	106
11.1.1. Descripción Técnica Reactores.....	106

11.1.2.	Descripción Técnica Llenadora	107
11.1.3.	Descripción Técnica Etiquetadora	108
11.1.4.	Descripción Técnica Estuchadora.....	110
11.1.5.	Descripción Técnica Agrupadora	112
11.2.	Proveedores (Selección nueva Envasadora)	114
11.2.1.	DARA PHARMACEUTICAL PACKAGING.....	114
11.2.2.	IMA PHARMA.....	116
11.2.3.	CAMPAK	117
11.3.	Ficha técnica Nueva Envasadora	119
11.4.	Capacidades de producción.....	119
11.5.	Descripción detallada de la Simulación de proceso productivo	120
11.6.	Ejecución y Resultados de la Simulación (Mejora 1).....	133
11.7.	Cambio de Maquina y Resultados de la Simulación (Mejora 2)	135
11.8.	Factores Ponderados (En detalle).....	137
11.9.	Medición de Tiempos –Antes de las Mejoras.....	139
11.9.1.	Suplementos - Antes de las Mejoras	140
11.10.	Medición de Tiempos –MEJORA 1	141
11.10.1.	Suplementos – Mejora 1	142
11.11.	Medición de Tiempos –MEJORA 2	143
11.11.1.	Suplementos – Mejora 2	144
11.12.	Plano PLANTA.....	145
11.13.	Reducción de Transportes.....	146
11.14.	Programación de la producción- Antes de las Mejoras	147
11.15.	Programación de la producción- Mejora 1.....	148
11.16.	Programación de la producción- Mejora 2.....	149
11.17.	Datos Punto de Equilibrio	150
11.18.	Tasa de costo de capital	151
11.19.	Análisis de Sensibilidad.....	153

Índice de Gráficos

Gráfico 1: PBI Argentina	22
Gráfico 2: Ventas Argentina	33
Gráfico 3: Proyección de ventas desagregadas	35
Gráfico 4: Ventas de medicamentos líquidos de Pfizer	37
Gráfico 5: Demanda semanal	40
Gráfico 6: Tiempos antes de mejoras.....	49
Gráfico 7: Tiempos No Productivos antes de mejoras.....	49
Gráfico 8: Programación de la producción antes de mejoras	50
Gráfico 9: Tiempos mejora 1	66
Gráfico 10: Programación de la producción mejora 1	67
Gráfico 11: Capacidades de producción antes de mejoras.....	72
Gráfico 12: Tiempos mejora 2	80
Gráfico 13: Programación de la producción mejora 2	81
Gráfico 14: Punto de equilibrio.....	90
Gráfico 15: Comparativo TIR.....	99
Gráfico 16: Comparativo VAN.....	100
Gráfico 17: Comparativo Payback.....	101

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Iso 9001	26
Ilustración 2: Diagrama proceso productivo antes de mejoras	42
Ilustración 3: Recepción de materia prima	43
Ilustración 4: Reactores antes de mejoras	43
Ilustración 5: Reactores Intermedios	44
Ilustración 6: Paletizado.....	45
Ilustración 7: Deposito Producto Terminado	45
Ilustración 8: Diagrama de proceso productivo antes de mejoras	46
Ilustración 9: Plano restructuración de línea productiva.....	53
Ilustración 10: Plano nueva distribución de maquinas	54
Ilustración 11: Plano elaboración.....	55
Ilustración 12: Plano esquemático después de modificación 1	56
Ilustración 13: Plano diagrama de hilos antes de modificaciones	57
Ilustración 14: Proceso productivo mejora 1	60
Ilustración 15: Recepción de materia prima	60
Ilustración 16: Reactores mejora 1	61
Ilustración 17: Foto reactor.....	61
Ilustración 18: Paletizado.....	62
Ilustración 19: Deposito Producto Terminado	63
Ilustración 20: Diagrama de proceso productivo mejora 1	63
Ilustración 21: Llenadora LL-10 con capacidad máxima de producción 2200Un/Hr.	69
Ilustración 22: Agrupadora Campack	71
Ilustración 23: Introducción simulación	74
Ilustración 24: Simulación mejora 1	75
Ilustración 25: Diagrama de proceso productivo mejora 2	79
Ilustración 26: Flujo de Procesos con Tiempos mejora 2	80
Ilustración 27: Simulación mejora 2	83
Ilustración 28: Especificaciones técnicas agrupadora Campack	113
Ilustración 29: Llenadora Campack	118
Ilustración 30: Simulación - Clock properties	121
Ilustración 31: Simulación - Abastecimiento de materia prima: Azúcar	122
Ilustración 32: Simulación - Abastecimiento de materias primas: Incipientes.....	123
Ilustración 33: Simulación - Reactor secundario	125
Ilustración 34: Simulación - Cambio de unidad de medida.....	125
Ilustración 35: Simulación - Línea productiva.....	127
Ilustración 36: Simulación - Propiedades envasadora	127
Ilustración 37: Simulación - Propiedades etiquetadora	128
Ilustración 38: Simulación - Propiedades estuchadora	129
Ilustración 39: Simulación - Propiedades agrupadora	130
Ilustración 40: Simulación - Propiedades paletizado.....	131
Ilustración 41: Simulación - Armado de lotes	132
Ilustración 42: Simulación - Resultados	133
Ilustración 43: Simulación - Rendimiento de llenadora	134
Ilustración 44: simulación - Rendimiento etiquetadora, estuchadora y empaquetadora	134
Ilustración 45: Simulación - Cambio de llenadora	135
Ilustración 46: Simulación - Resultados mejora 2	136
Ilustración 47: Programación de la producción antes de mejoras.....	147

Ilustración 48: Programación de la producción mejora 1 148
Ilustración 49: Programación de la producción mejor 149

Índice de Tablas

Tabla 1: PBI Argentina en mil millones de USD a precios actuales	22
Tabla 2: FODA	28
Tabla 3: Unidades de medida.....	30
Tabla 4: Distribución del mercado mundial en miles de millones de USD.....	31
Tabla 5: Facturación en millones de U\$S según país en América Latina	32
Tabla 6: Ventas internas Argentina.....	34
Tabla 7: Distribución poblacional de niños en Argentina	35
Tabla 8: Ranking de laboratorios 2015	36
Tabla 9: Ventas de medicamentos líquidos de Pfizer [USD]	37
Tabla 10: Ventas de medicamentos líquidos de Pfizer [\$]	38
Tabla 11: Demanda anual/mensual de medicamentos líquidos de Pfizer [\$]	38
Tabla 12: Demanda anual/mensual de medicamentos líquidos de Pfizer [Unidades]	38
Tabla 13: Demanda anual/mensual Laborax [Unidades]	39
Tabla 14: Demanda Laborax anual/mensual/semanal [Lotes].....	39
Tabla 15: Mano de obra antes de mejoras	47
Tabla 16: Flujo de Procesos con Tiempos antes de mejora	48
Tabla 17: Tiempos antes de mejoras.....	49
Tabla 18: Programación de la producción antes de mejoras.....	50
Tabla 19: Mano de obra mejora 1	64
Tabla 20: Flujo de Procesos con Tiempos mejora 1	65
Tabla 21: Tiempos mejora 1	66
Tabla 22: Programación de la producción mejora 1	67
Tabla 23: Elección de Proveedor - Factores ponderados.....	78
Tabla 24: Tiempos mejora 2	80
Tabla 25: Programación de la producción mejora 2	81
Tabla 26: Costos variables antes de modificaciones.....	85
Tabla 27: Costos variables después de las modificaciones.....	86
Tabla 28: Conclusiones del estudio técnico	87
Tabla 29: Inversiones	88
Tabla 30: Flujo de fondos antes de modificaciones.....	93
Tabla 31: Flujo de fondos después de las modificaciones	94
Tabla 32: Flujo de fondos incremental	95
Tabla 33: Sensibilidad de la demanda	97
Tabla 34: Sensibilidad del costo de mano de obra.....	98
Tabla 35: Sensibilidad de la cotización del dólar	98
Tabla 36: Capacidades de producción	120
Tabla 37: Factores ponderados - Costos de llenadoras	137
Tabla 38: Factores ponderados - Velocidades de llenado.....	137
Tabla 39: Factores ponderados - Localización de la empresa	138
Tabla 40: Factores ponderados - Confiabilidad	138
Tabla 41: Factores ponderados - Volúmenes de dosificado	138
Tabla 42: Medición de tiempos antes de mejoras	139
Tabla 43: Suplementos antes de mejoras	140
Tabla 44: Medición de tiempos mejora 1	141
Tabla 45: Suplementos mejora 1.....	142
Tabla 46: Medición de tiempos mejora 2	143
Tabla 47: Suplementos mejora 2.....	144

Tabla 48: Distancias de transportes internos	146
Tabla 49: Punto de equilibrio.....	150
Tabla 50: Sensibilidad de la demanda	153
Tabla 51: Sensibilidad mano de obra.....	155
Tabla 52: Sensibilidad del dólar	158

1. Introducción al Proyecto

El proyecto de reingeniería de la línea de producción de medicamentos líquidos surge a partir de la necesidad de Pfizer de dejar de producir ibuprofeno en jarabe al 4%, para terciarizar su producción. Es por esto, y teniendo en cuenta la calidad en el producto terminado, que Laborax constituye una de sus principales opciones como proveedor.

Para lograr formar parte de sus laboratorios de apoyo, Pfizer es quien exige el cumplimiento de los siguientes requisitos, a saber:

- Producción del jarabe en línea continua.
- Cumplimiento con la norma ISO 9001.
- Minimizar contacto directo del producto con el personal involucrado.
- Capacidad de suplir una demanda inicial para el 2018 de entre 8.500.000 y 9.000.000 unidades.

2. Objetivos y Alcance del Proyecto

2.1. Objetivo General

El objetivo General de este proyecto es que Pfizer se incorpore a la cartera de clientes de Laborax.

2.2. Objetivos Específicos

- Incrementar las ventas.
- Mejorar el prestigio empresarial incorporando un cliente reconocido en el mercado mundial.
- Anticipar la demanda futura de Pfizer en lo que respecta a la producción del Ibupirac 4%.
- Analizar la posibilidad de llevar a cabo una reestructuración de la distribución en planta.
- Garantizar la calidad del producto final.

2.3. Estructura del Informe

El presente informe está conformado de las siguientes etapas a saber:

- **Marco Teórico:** Establecimos los principios básicos del mercado en el cual el proyecto se desarrolla.
- **Situación de la empresa bajo estudio:** En esta sección describiremos a la empresa Laborax introduciéndonos en su trayectoria, operatoria, descripción y dinámica de ella.
- **Estimación de la Demanda:** En este apartado desarrollamos un análisis del mercado meta y los valores de demanda que lo acompañan.
- **Estudio Técnico:** En esta parte del proyecto se analizaron las características técnicas pertinentes del sistema planteado. Estudiamos el proceso productivo, la programación de la producción, los tiempos, la inversión y los costos asociados.
- **Evaluación Económica-Financiera:** En este apartado se analizó la factibilidad del proyecto, mediante los diferentes métodos de evaluación como TIR VAN y Payback para conocer su rentabilidad.
- **Análisis de Sensibilidad:** En este apartado se procederá a modificar las variables más sensibles del proyecto para determinar otros potenciales escenarios.

3.Marco Teórico

3.1. Contexto

3.1.1. Industrial – Análisis de Porter

Para analizar el contexto industrial desarrollamos el **Análisis de Porter** con las fuerzas que actúan en el mercado.



- *Amenaza de entrada de nuevos Competidores:*

Esta fuerza, depende de varios factores, en parte debido al tipo de industria y a la responsabilidad ciudadana con la que se debe contar en la producción de productos tan sensibles para los consumidores finales. Es por eso que el mercado cuenta con barreras de entrada de distintas índoles,

Siendo estas: *las regulaciones gubernamentales, economía de escala, acceso a la materia prima, tecnología y lealtad del consumidor.*

- *Regulaciones gubernamentales*

La ANMAT es la Administración Nacional de Medicamentos Alimentos y Tecnología médica que se ocupa de regular la industria farmacéutica para poder garantizar la eficacia, seguridad, y calidad de los medicamentos.

Este organismo depende técnica y científicamente de las normas y directivas que le imparte la Secretaría de Políticas, Regulación e institutos del Ministro de Salud, con un régimen de autarquía económica y financiera.

Los lineamientos generales de las prácticas farmacéuticas de la fabricación para elaboradores, importadores/exportadores de medicamentos están especificados en variadas normas, entre las cuales se encuentra la N° 2819/2004, cuyos puntos y anexos son realmente exigentes.

- *Economía de escala.*

Cuando se habla de la producción de medicamentos hay que tener en mente que la producción de los sólidos debe hacerse obligatoriamente en un lugar diferente que la de los líquidos, por motivos de reglamentación.

Las grandes empresas farmacéuticas como lo son Bayer, Roemmers o Pfizer entre otras, priorizan la fabricación de los medicamentos en sus presentaciones en comprimidos y cápsulas, tercerizando la fabricación de las presentaciones líquidas. Esto se debe principalmente a tres factores; la demanda, la velocidad de producción y el volumen de los productos terminados.

La demanda de medicamentos en sus formatos sólidos, ya sean comprimidos o cápsulas, son considerablemente mayores a sus presentaciones en formato líquido. La velocidad de envasado en los

sólidos es mayor que para productos líquidos. Y finalmente el almacenamiento de blisters es mucho más eficiente.

Estos factores contribuyen a que los costos relativos de los productos sólidos sean notablemente menores a sus homólogos en presentaciones líquidas y por consiguiente los laboratorios eligen tercerizar la producción de sus productos líquidos.

➤ *Acceso a materias primas.*

En este caso, al ser un laboratorio en donde las grandes firmas tercerizan sus producciones, las materias primas para la elaboración de los productos las proveen los clientes.

➤ *Tecnología*

En el caso que nos ocupa, la tecnología como barrera de entrada es relevante desde varios puntos de vista.

La producción de Ibupirac al 4% al ser una marca registrada precisa de la autorización de Pfizer para ser producida por terceros.

Por otro lado, la certificación de las normas de calidad que muchas veces son requisito de los laboratorios forma parte de la barrera de entrada por la dificultad de alcanzarlas y mantenerlas.

En cuanto a las industrias capaces de producir este tipo de medicamentos, el nivel de automatización actual de procesos es bajo, lo que nos indica que, si bien se precisa de una inversión inicial, automatizar la planta de procesos brinda en el marco actual una diferenciación ante la competencia tanto en la reducción de costos y tiempos como en la continuidad de la calidad de los procesos y productos final.

➤ *Lealtad del consumidor.*

Si tenemos en cuenta que un error en la producción de un medicamento puede llegar a tener consecuencias letales para el consumidor final y por consiguiente para la imagen de la marca, se entiende que los grandes laboratorios busquen construir una relación estrecha con las empresas en quienes confían la producción de sus medicamentos, ya que se juegan su reputación.

En suma, se puede observar que la amenaza de entrada de nuevos competidores al mercado es baja ya que para el cumplimiento de los requisitos mínimos se precisa una gran infraestructura tanto de producción como de calidad, lo

que deriva en grandes costos de inversión, en un mercado donde el alto nivel de lealtad dificulta ganarle un cliente a un competidor ya establecido.

- *Poder de negociación de los Clientes:*

Al trabajar con una gran variedad de empresas farmacéuticas de diferentes envergaduras el poder de negociación varía, habiendo clientes y/o productos a los que se los prioriza por sobre otros en cuanto a los tiempos de entrega y producción.

Los precios que maneja Laborax, varían según la cantidad y el tipo de producto solicitado, teniendo el cliente un mayor poder de negociación si solicita mayores cantidades.

- *Poder de negociación de los Proveedores:*

Como ya se especificó, los insumos necesarios para la producción están a cargo de cada uno de los clientes. Una vez en la planta se les realizan controles y en caso de resultados fuera del rango aceptable el proveedor / cliente se encarga de re-proveer el material en cuestión.

Es decir que en esta dinámica el análisis del poder de los proveedores no es relevante.

- *Amenaza de productos sustitutos*

El ibupirac al 4% tiene actualmente otros productos que actúan como sustitutos. Si bien no son muchas las opciones existentes, estas son, el paracetamol en jarabe (Termofren o Tafirol) y la dipirona jarabe (Novalgina)

- *Rivalidad entre competidores*

Dentro del mercado de la fabricación de medicamentos la propiedad más valorada es la capacidad de producir un producto con una calidad y propiedades uniformes entre los lotes. Como empresa Laborax lo ha logrado, superando a la mayor parte de la competencia y al mismo tiempo asegurándose la fidelidad de los clientes más importantes.

Por otra parte, estas mismas características son las que actúan como barrera para los laboratorios más pequeños, que no están tan dispuestos a pagar este nivel de calidad.

3.1.2. Económico

A continuación, se observa el crecimiento del PBI de la Argentina, que refleja en cierto grado el poder de compra a nivel país.

Tabla 1: PBI Argentina en mil millones de USD a precios actuales

Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
PBI	332.976	423.627	530.163	545.982	552.025	526.319	594.749	554.860	637.590

Fuente Banco Mundial - www.bancomundial.org



Gráfico 1: PBI Argentina

Fuente Banco Mundial - www.bancomundial.org

3.1.3. Tecnológico

En esta industria el knowhow y las patentes para la producción de los medicamentos actúan como barreras de entrada y juegan un importante papel. Es por lo que los grandes laboratorios enfocan parte de sus recursos en la investigación y desarrollo de nuevas fórmulas y productos para luego obtener sus licencias que les otorgan el derecho, durante un periodo de 20 años, como titular de la patente de ser los únicos en utilizar dicha tecnología y autorizar a terceros a implementarla, bajo ciertas condiciones que los laboratorios consideren necesarias.

En cuanto a los equipos involucrados en la producción, hay ciertos requisitos que deben cumplirse con el fin de cumplir las regulaciones impuestas por la ANMAT y el INAME, para asegurar la calidad de los productos a los usuarios.

4. Situación de la Empresa Bajo Estudio

4.1. Trayectoria



Laborax se fundó en el año 1992 como una S.R.L. Desde sus comienzos se dedicó a brindar servicios de manufactura integral a la industria farmacéutica y cosmética con especialización en líquidos y semisólidos y ha ido creciendo hasta convertirse en la industria farmacéutica y cosmética de mayor calidad en el país.

Se ha ido expandiendo desde sus comienzos con 50 m² hasta el día de hoy en el que alcanza los 6300 m². Con una dotación efectiva de 136 empleados para adecuarse al mercado vigente, y una política que le permite ser más competitiva en cuanto a calidad y volumen de producción.

Participa en diferentes rubros, siempre enfocado en productos no estériles. A continuación, se muestran algunos ejemplos de los productos más conocidos:

○ Productos Líquidos:



➤ Plac- Out, de Bernabó.



➤ Actron pediátrico de Bayer.



➤ Hepatalgina.



○ Productos Semisólidos:



➤ Fluordent, del laboratorio Bernabó.



➤ Bagovit, de Bagó.

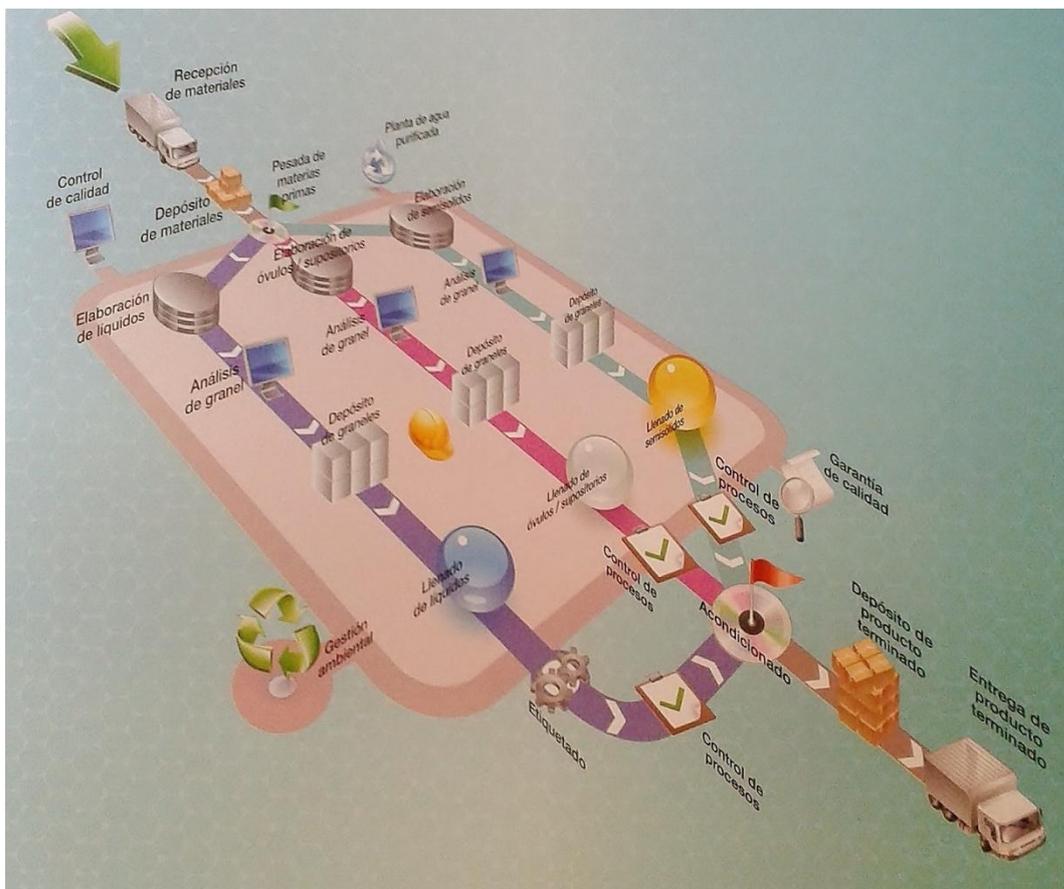


➤ Micolis, de Roemmers.



4.2. Planta y Servicios

En cuanto a la distribución de la planta, mayormente está distribuida por procesos. El proceso básico incluye numerosos controles de calidad: sobre materias primas, producción en proceso y producto terminado que, a diferencia de otras industrias o empresas, le agregan valor al producto, ya que como fue aclarado previamente, la calidad es uno de los motivos principales por los cuales los clientes eligen Laborax. Los servicios auxiliares incluyen agua purificada, cumpliendo con los requisitos de las farmacopeas internacionales, pesada y muestreo, grupo electrógeno de 688 KWA, un área de comedor y descanso, y vestuarios independientes. Además, posee una planta de tratamiento de efluentes líquidos totalmente automática, para el tratamiento de 30.000 lts/día, cuatro sistemas de tratamiento de gases, y un sistema de manejo de residuos sólidos.



En cuanto a las jornadas y horarios, el proyecto se desarrolló en base a los siguientes supuestos

- Se trabajará 24 días al mes, de Lunes a Sábados
- Con jornadas laborales de 8 hs de Lunes a Viernes y de 4hs los Sábados.
- Con 3 turnos de producción diarios de Lunes a Viernes (de 8 a 16hs – 16 a 24 y de 24 a 8, agregándose medio turno mas los sábados hasta las 12hs

4.3. Dinámica Empresarial

Para el correcto análisis del proyecto es preciso describir la forma en la cual Laborax se desenvuelve como empresa, donde el cliente es al mismo tiempo proveedor ya que suministra las materias primas del producto a fabricar, junto con todas las especificaciones pertinentes de producción y almacenaje para luego retirar el producto final por la planta.

4.4. Certificación SGC

Se prestan servicios a empresas farmacéuticas de primera línea, nacionales y multinacionales que buscan la excelencia y el compromiso empresarial con el producto final. Propiedades que Laborax garantiza mediante la certificación de la ISO 9001 en todos sus procesos al ser de vital importancia mantener el mismo nivel de calidad y propiedades entre los distintos lotes.

La Certificación de los Sistemas de Gestión se ha convertido en un requisito cada vez más requerido por las empresas como elemento integrante de sus políticas y de su quehacer diario, así como factor de competitividad y posibilidad de desarrollo. Ha demostrado su eficacia como método para aportar confianza adicional al cliente, facilitar la gestión interna y estimular procesos de mejora continua.

Con el objetivo de:

- Demostrar compromiso con la calidad.
- Impulsar el perfeccionamiento de los sistemas de calidad.
- Proporcionar credibilidad y confianza a los clientes.
- Contribuir al desarrollo tecnológico de la empresa.
- Lograr un mejor posicionamiento en el mercado.

Cada 12 meses, un agente de certificadores realiza una auditoría de la empresa con el objetivo de asegurar el cumplimiento de las condiciones que impone la norma ISO 9001



Ilustración 1: Iso 9001

4.5. Misión

Laboratorio de apoyo que brinda servicios de manufactura integral a la industria farmacéutica y cosmética, con especialización en productos no estériles líquidos y semisólidos.

4.6. Visión

Ser el laboratorio de apoyo de referencia en la Argentina, reconocido por su actualización tecnológica, dinamismo y la excelencia de su gestión en la calidad, seguridad y medio ambiente.

4.7. Valores

- Trabajo en equipo.
- Compromiso.
- Responsabilidad.
- Mejora continua.
- Versatilidad.
- Adecuación al cambio.
- Transparencia.

4.8. Análisis FODA

Con el fin de tener un conocimiento mayor sobre la situación de la empresa analizaremos a partir de un FODA sus características Internas/Factores internos (Fortalezas y Debilidades) y sus características Externas/Factores Externos (Oportunidades y Amenazas)

Tabla 2: FODA

	Aspectos Favorables	Aspectos Desfavorables
	Fortalezas	Debilidades
Factores Internos	<ul style="list-style-type: none"> * Certificación Norma ISO9001, Compromiso con la calidad y reconocimiento de los clientes. * Instalaciones flexibles. * Amplia Experiencia en el mercado Farmaceutico * Capacitación Constante al personal * Maquinaria de alta capacidad que puede absorber aumentos considerables de la producción (Reactor, Etiquetadora, Empaquetadora) * Gran capacidad de almacenamiento de producto terminado. * Capacidad financiera para realizar inversiones. * Taller propio con maquinaria adecuada para realizar mantenimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Necesidad del cliente de elaborar y envasar en línea continua. * Máquina Envasadora con escasa Capacidad de Producción. * Línea productiva con tecnología importada. * Ausencia de planes de mantenimiento sólidos. * Demanda absolutamente variable y desconocida, se programa la producción contra el pedido del cliente. * Instrucciones sobre el uso de máquinas escasas.
	Oportunidades	Amenazas
Factores Externos	<ul style="list-style-type: none"> * Posibilidad de aumentar su Market Share en venta de productos líquidos * Oportunidad de Captar a Pfizer como cliente. * Oportunidad de aumentar el reconocimiento del mercado y la fidelidad de los clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> * Riesgo latente de accidentes durante el primer período de utilización de una máquina con tecnología diferente a la actual. * Ante una parada de máquina, se produce una pérdida de tiempo productivo a lo largo de toda la línea. * Mantenimientos preventivos erróneos podrían derivar en paradas de máquina excesivas, con su consecuente pérdida de productividad.

<p>Estrategia de Ataque: Elaborar un buen proyecto de reingeniería logrando cumplir con los requerimientos de pfizer para consolidarlo como cliente.</p>	<p>Estrategia de Defensa: Capacitación constante a los trabajadores que operen en esas máquinas.</p> <p>Estrategia de Defensa: Evitar o reducir al máximo todo tipo de parada de máquina innecesaria.</p>
---	---

5.Producto

5.1. Descripción

Como ya ha sido mencionado, el producto en el cual nos enfocamos para la mejora de la línea en cuestión es el Ibupirac Pediátrico al 4%.



Su fórmula con Ibuprofeno se usa para el alivio temporario de la fiebre, dolores de garganta, de dientes y de cabeza, para resfríos y estados gripales que se acompañan de fiebre y/o mal estado general.

El ibuprofeno fue desarrollado en la década del 60. El fármaco fue lanzado como un tratamiento para la artritis reumatoidea en el Reino Unido en 1969, y en los Estados Unidos en 1974. Forma parte del listado de la Organización Mundial de la Salud de medicamentos indispensables. Es considerado uno de los AINEs más seguros.

El Ibupirac Pediátrico es un ibuprofeno de venta libre desarrollado especialmente para niños de hasta 9 años y su sabor a naranja facilita su ingesta.

5.2. Precio

En cuanto al Precio de Venta, se estimó en 0,163 UDS, este valor se obtuvo de datos provistos por el laboratorio.

5.3. Unidades de Medida

Si bien en el estudio se trabajó con los formatos de Lote y Frasco, a continuación se detallan las unidades equivalentes para cada formato involucrado en el proceso productivo.

En base a estos datos se trabajará en las posibles mejoras que se analicen.

Tabla 3: Unidades de medida

	Frasco		Paquete		Vatea		Pallet		React Interm		Tarima		Lote	
Litro	0,09	L/F	1,08	L/Paq	45	L/Vat	87,48	L/Pall	500	L/RI	1000	L/Tar	3000	L/Lot
Frasco			12	F/Paq	500	F/Vat	972	F/Pall	5555	F/RI	11111	F/Tar	33333	F/Lot
Paquete					41	Paq/Vat	81	Paq/Pall	462	Paq/RI	925	Paq/Tar	2777	Paq/Lot
Vatea							1,98	Vat/Pall	11	Vat/RI	22	Vat/Tar	67	Vat/Lot
Pallet									5	Pall/RI	11	Pall/Tar	34	Pall/Lot
React Interm											2	RI/Tar	6	RI/Lot
Tarima													3	Tar/Lot
Lote														

6. Estimación de la Demanda

Si bien Pfizer brinda un número mínimo de ventas anuales para el primer año como requisito; se estudio la demanda en profundidad para lograr una proyección con la cual permitirle a Laborax anticiparse a las necesidades del cliente. Es por esta razón que se estudió la demanda del mercado meta.

Esto permitió establecer los niveles de producción a los que Laborax tendría que llegar para lograr ser el proveedor exclusivo de Pfizer en cuanto a la producción del Ibuprofeno al 4% dentro de la República Argentina.

Para lograr este cometido se analizará el mercado en el cual se desarrolla el laboratorio para conocer su comportamiento actual y poder proyectarlo para los próximos años. Esto se realizará en base a criterios y datos generales de la industria, a partir de los cuales acotaremos los resultados a este caso en particular, para poder calcular la proyección de la demanda de medicamentos en formato líquido.

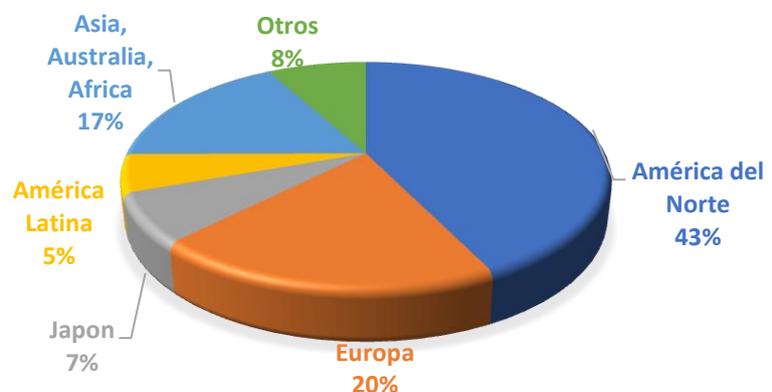
6.1. Mercado Mundial

La industria farmacéutica produce productos de alto valor agregado por estar estrechamente vinculada con el crecimiento científico, la atención de la salud y la tecnología que presenta un país.

En el contexto mundial el mercado está liderado por compañías multinacionales, y el volumen de ventas se distribuye de la siguiente manera.

Tabla 4: Distribución del mercado mundial en mil de millones de USD

2015		
Región	U\$S	Porcentaje
América del Norte	442,2	42,80%
Europa	203,3	19,70%
Japon	73,1	7,10%
América Latina	55,9	5,40%
Asia, Australia, África	177,4	17,20%
Otros	82,1	7,90%
Totales	1034	100%



6.2. Mercado en América Latina

Dentro de América Latina la distribución del volumen de ventas anteriormente analizado a través de los años se presenta de la siguiente manera.

Tabla 5: Facturación en millones de U\$S según país en América Latina

País	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Brasil	12.449	13.116	17.543	21.915	21.608	22.859	23.886	19.465
México	8.551	7.071	7.761	8.304	8.362	8.913	7.472	6.704
Venezuela	4.365	5.727	6.230	5.102	7.074	6.256	9.165	12.617
Argentina	3.242	3.332	4.018	4.931	5.571	5.760	5.248	5.810
Colombia	1.609	1.506	1.805	1.995	2.124	1.940	1.848	1.614
América Central	1.072	1.064	1.181	1.318	1.434	1.531	1.590	1.746
Chile	1.059	1.041	1.207	1.398	1.502	1.584	1.554	1.533
Ecuador	679	742	825	923	977	1.044	1.130	1.173
Perú	647	618	722	811	925	977	919	895
República Dominicana	351	379	421	434	460	510	536	488
Uruguay	259	284	332	372	360	385	360	337
Paraguay	195	175	199	248	256	295	305	282
Bolivia	149	186	192	249	239	275	274	306
Total	34.627	35.241	42.436	48.000	50.892	52.329	54.287	52.970

Fuente: IMS Health Argentina, a precios de salida de laboratorio.

6.3. Mercado Argentino

Ampliando el análisis para Argentina, podemos ver que la tendencia de ventas del mercado farmacéutico ha sido creciente.

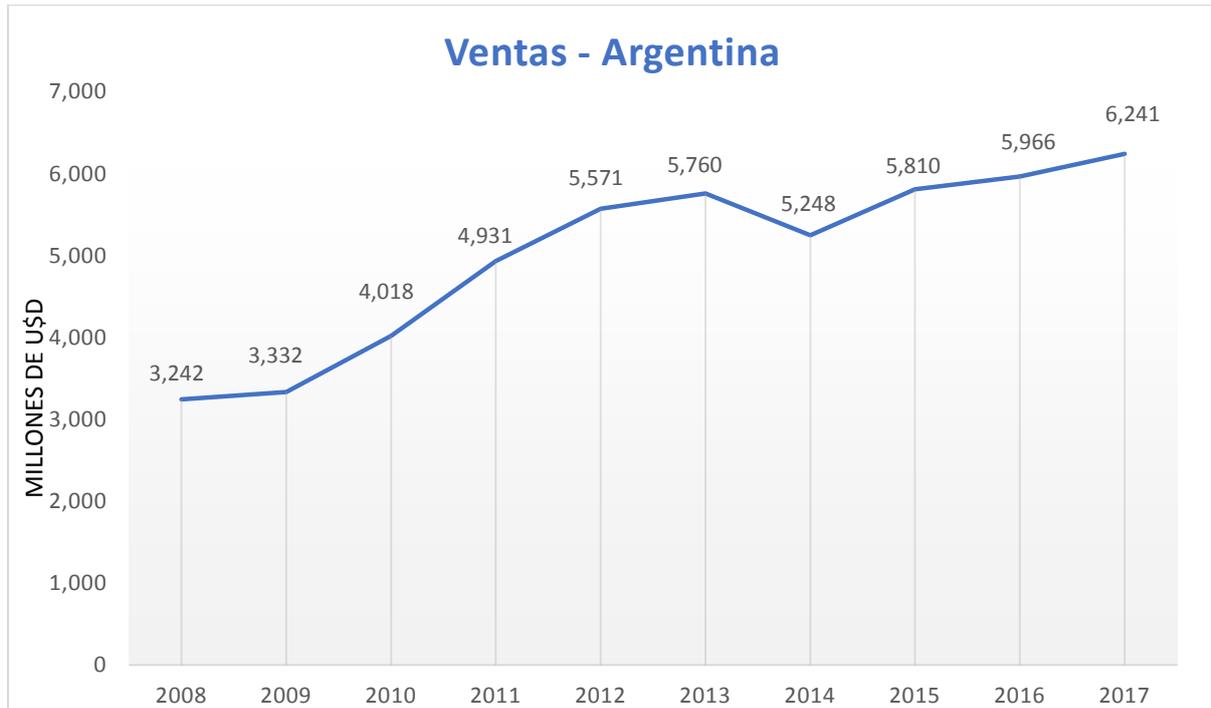


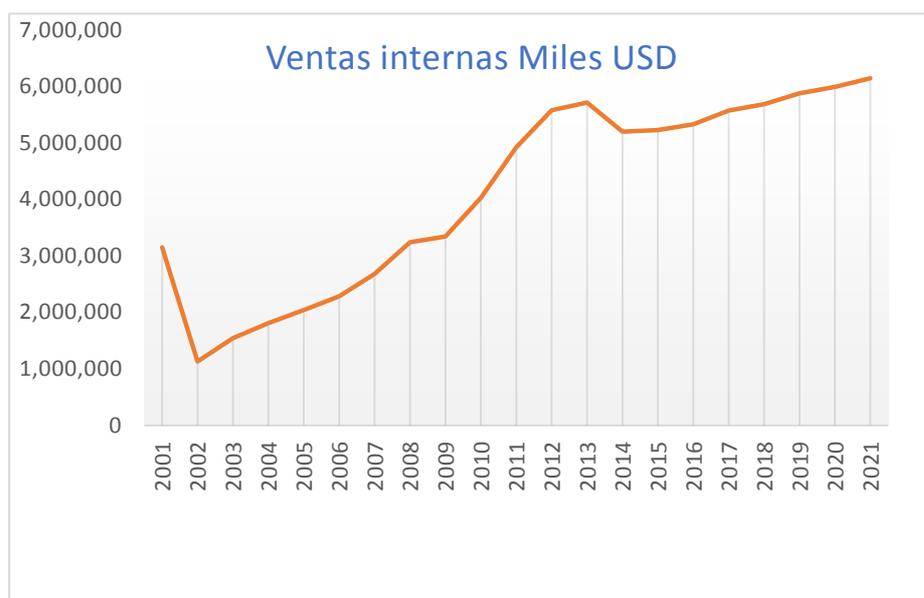
Gráfico 2: Ventas Argentina

Fuente: Elaboración propia con datos de IMS Health Argentina

Filtrando las importaciones de las exportaciones, para enfocarnos en el mercado interno, que es el destinatario de la producción, y proyectando dichos resultados para los siguientes 5 años obtenemos el siguiente resultado según nuestras fuentes.

Tabla 6: Ventas internas Argentina

Año	Ventas internas Miles USD
2001	3.150.000
2002	1.128.448
2003	1.544.853
2004	1.808.103
2005	2.039.116
2006	2.285.130
2007	2.681.153
2008	3.242.185
2009	3.344.156
2010	4.026.092
2011	4.923.470
2012	5.577.042
2013	5.713.257
2014	5.200.814
2015	5.226.818
2016	5.326.724
2017	5.572.049
2018	5.688.192
2019	5.877.132
2020	5.993.293
2021	6.143.494



Fuente: Plan estratégico CILFA 2017-2021 VF

Como se ha mencionado previamente, el volumen de ventas correspondiente a medicamentos líquidos es sustancialmente menor que el de los sólidos. Es por esta razón que se analizarán a continuación los volúmenes de ventas depurados de los correspondientes a los medicamentos sólidos.

Según el INDEC y la ANMAT el porcentaje de ventas nacionales totales de jarabes se mantiene relativamente constante entre el 14% y el 18%.

Proporción que se relaciona directamente con el porcentaje de niños de entre 0 y 9 años.

Esta relación se puede observar en el siguiente cuadro según datos del INDEC.

Tabla 7: Distribución poblacional de niños en Argentina

Población demográfica de 0 a 9 años						
Año	Totales	Edades				Porcentaje Acumulado
		0-4		5-9		
2010	40.788.453	3.571.540	8,76%	3.507.135	8,60%	17,35%
2011	41.261.490	3.622.962	8,78%	3.507.340	8,50%	17,28%
2012	41.733.271	3.671.011	8,80%	3.511.823	8,41%	17,21%
2013	42.202.935	3.712.611	8,80%	3.522.721	8,35%	17,14%
2014	42.669.500	3.745.299	8,78%	3.541.275	8,30%	17,08%
2015	43.131.966	3.764.736	8,73%	3.570.085	8,28%	17,01%
2016	43.590.368	3.757.709	8,62%	3.621.521	8,31%	16,93%
2017	44.044.811	3.748.846	8,51%	3.669.575	8,33%	16,84%
2018	44.494.502	3.738.229	8,40%	3.711.205	8,34%	16,74%
2019	44.938.712	3.726.162	8,29%	3.743.931	8,33%	16,62%
2020	45.376.763	3.712.989	8,18%	3.763.405	8,29%	16,48%
2021	45.808.747	3.698.813	8,07%	3.756.437	8,20%	16,27%

Fuente: Elaboración propia con datos del INDEC

Sabiendo que los consumidores finales son los niños de entre 0 y 9 años podemos calcular el volumen de ventas máximo de medicamentos líquidos (Jarabes) destinados a este segmento, cada uno de los años analizados.

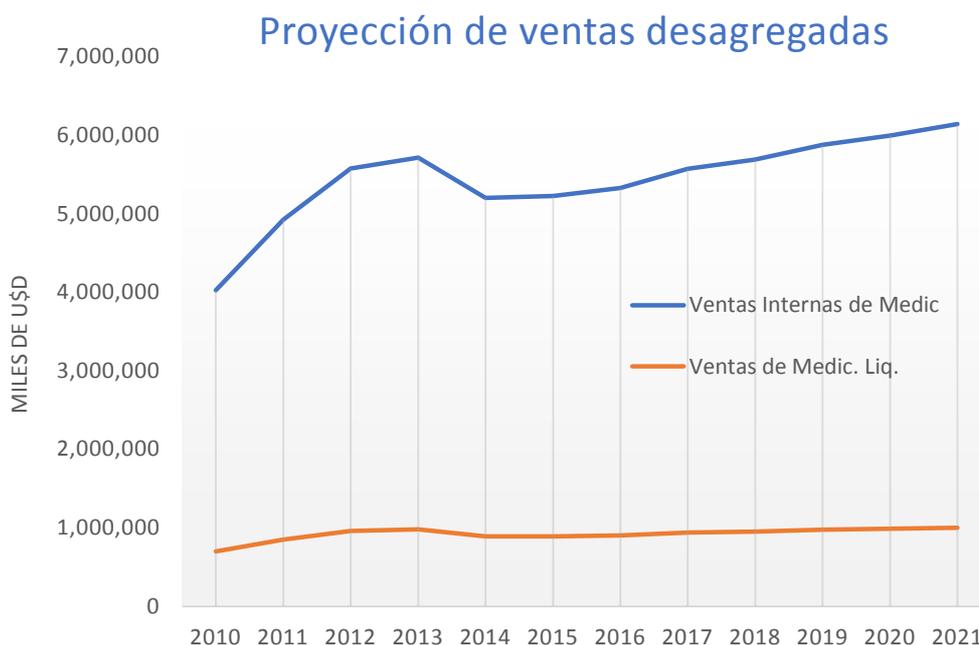


Gráfico 3: Proyección de ventas desagregadas

6.4. Demanda de Pfizer

Si bien la empresa actúa dentro de este mercado, en esta evaluación se debe tener en cuenta el crecimiento y la participación del mercado de Pfizer, ya que la demanda del producto final es lo que se transfiere a Laborax como pedido de producción.

Es por esto que a continuación se analizará la participación de Pfizer en la Argentina.

Tabla 8: Ranking de laboratorios 2015

Empresa	Capital de origen	Facturación (en millones de \$)	Participación
Bayer	Alemania	7153	7,70%
Roemmers	Argentina	4399	4,70%
Productos Roche	Francia	4100	4,40%
Laboratorios Bagó	Argentina	3800	4,10%
Gador	Argentina	3345	3,60%
Pfizer	Alemania	3100	3,30%
Novartis Argentina	Suiza	3050	3,30%
Laboratorios Raffo	Argentina	2870	3,10%
Laboratorios Elea	Argentina	2847	3,10%
GalaxoSmithKline Argentina (GSK)	Reino Unido	2550	2,70%
Laboratorios Abbott	EEUU	2273	2,40%
Laboratorios Casasco	Argentina	1917	2,10%
Sanofi Aventis	Francia	1700	1,80%
Abbvie	EEUU	1646	1,80%
Novo NordiskPharma Argentina	Dinamarca	1550	1,70%
Merck, Sharp &Dohme (MSD)	EEUU	1350	1,40%
Biogénesis-Bagó	Argentina	1312	1,40%
Boehringer Ingelheim	Alemania	1300	1,40%
Ivax Argentina	EEUU	1250	1,30%
Merck Quimica Argentina	Alemania	1150	1,20%

Fuente: KPMG informe 2017

Considerando la participación del mercado de Pfizer (3,3%) y suponiendo que el porcentaje entre la venta de medicamentos líquidos y sólidos son iguales. Podemos obtener la venta anual proyectada para jarabes destinados al segmento de la población anteriormente definida y para los años analizados.

La demanda de Pfizer, se proyecta de la siguiente forma:

Tabla 9: Ventas de medicamentos líquidos de Pfizer [USD]

Año	Ventas de Medic. Líquidos Miles de USD	Ventas Medic. Liq. correspondientes a Pfizer - Miles de USD
2010	698.712	23.057
2011	850.813	28.077
2012	959.881	31.676
2013	979.489	32.323
2014	888.131	29.308
2015	888.848	29.332
2016	901.739	29.757
2017	938.494	30.970
2018	952.338	31.427
2019	976.947	32.239
2020	987.471	32.587
2021	999.837	32.995

Fuente: Elaboración Propia

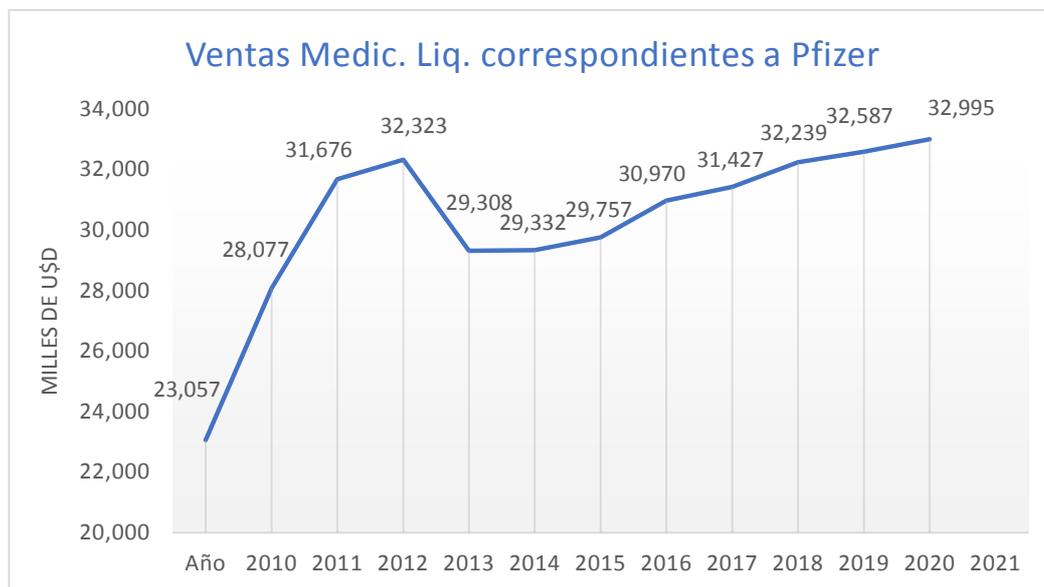


Gráfico 4: Ventas de medicamentos líquidos de Pfizer

Finalmente podemos establecer la demanda anual en pesos a partir la cotización estimada del dólar para cada año según la proyección establecida por CILFA

Tabla 10: Ventas de medicamentos líquidos de Pfizer [USD]

Año	Ventas Medic. Liq. correspondientes a Pfizer - USD	Tipo de Cambio (AR\$/USD)	Ventas Medic.Liq. correspondientes a Pfizer - AR\$
2015	29.331.984	11,5	337.317.927,87
2016	29.757.387	16,11	479.391.342,27
2017	30.970.302	18,02	558.085.037,27
2018	31.427.154	20,72	651.170.720,59
2019	32.239.251	22,79	734.732.241,45
2020	32.586.543	24,43	796.088.930,83
2021	32.994.621	25,78	850.601.393,81

Fuente: Plan estratégico CILFA 2017-2021 y elaboración propia

En la siguiente tabla se obtienen las ventas Mensuales de Pfizer en pesos argentinos.

Tabla 11: Demanda anual/mensual de medicamentos líquidos de Pfizer [USD]

Año	Demanda Anual [USD]	Demanda Mensual [USD]
2015	337.317.928	28.109.827
2016	479.391.342	39.949.279
2017	558.085.037	46.507.086
2018	651.170.721	54.264.227
2019	734.732.241	61.227.687
2020	796.088.931	66.340.744
2021	850.601.394	70.883.449

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta el precio de venta unitario de Pfizer por estimaciones del Laborax, obtenemos la demanda expresada en unidades, tanto anuales como mensuales.

Tabla 12: Demanda anual/mensual de medicamentos líquidos de Pfizer [Unidades]

Año	Venta Anual Pfizer [Unidades]	Venta Mensual Pfizer [Unidades]
2015	4.818.828	401.569
2016	6.848.448	570.704
2017	7.972.643	664.387
2018	9.302.439	775.203
2019	10.496.175	874.681
2020	11.372.699	947.725
2021	12.151.448	1.012.621

Fuente: Elaboración Propia

6.5. Demanda de Laborax

Para el cálculo de la demanda de Laborax, tomamos como referencia las ventas de Pfizer, ya que el 100% de las unidades vendidas por Pfizer de este producto, serán producidas en el laboratorio.

Tabla 13: Demanda anual/mensual Laborax [Unidades]

Año	Demanda Anual [Unidades]	Demanda Mensual [Unidades]
2015	4.818.828	401.569
2016	6.848.448	570.704
2017	7.972.643	664.387
2018	9.302.439	775.203
2019	10.496.175	874.681
2020	11.372.699	947.725
2021	12.151.448	1.012.621

Por último sabemos que cada lote contiene 33.333 Unidades [\[Ver punto 4.3\]](#). Calculamos la demanda en LOTES en base a este dato.

Tabla 14: Demanda Laborax anual/mensual/semanal [Lotes]

Año	Demanda Anual [Lotes]	Demanda Mensual [Lotes]	Demanda Semanal [Lotes]
2015	144,57	12,05	3,01
2016	205,46	17,12	4,28
2017	239,18	19,93	4,98
2018	279,08	23,26	5,81
2019	314,89	26,24	6,56
2020	341,18	28,43	7,11
2021	364,55	30,38	7,59

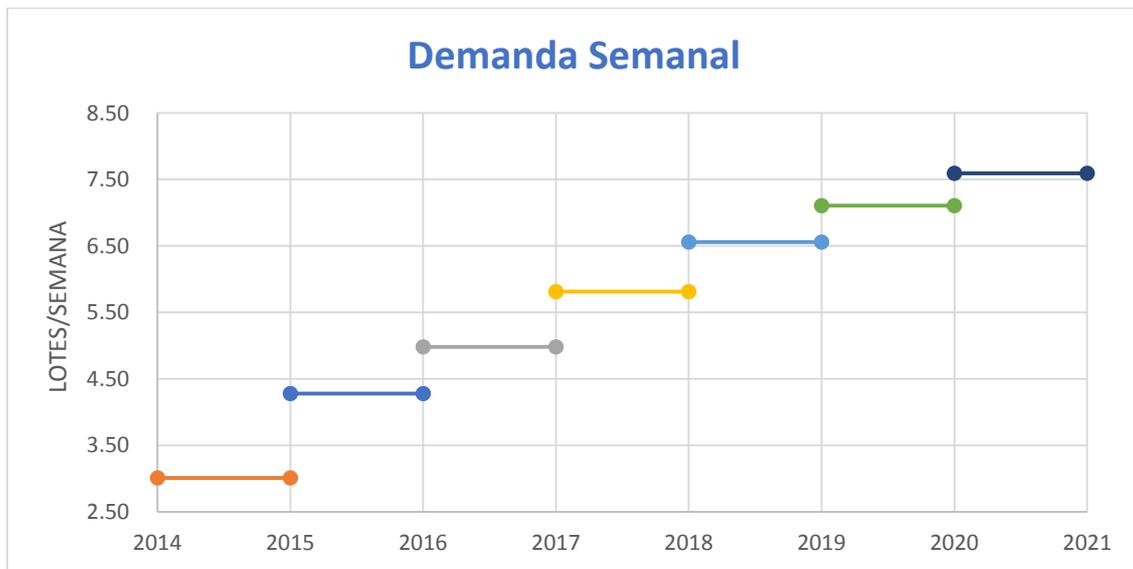
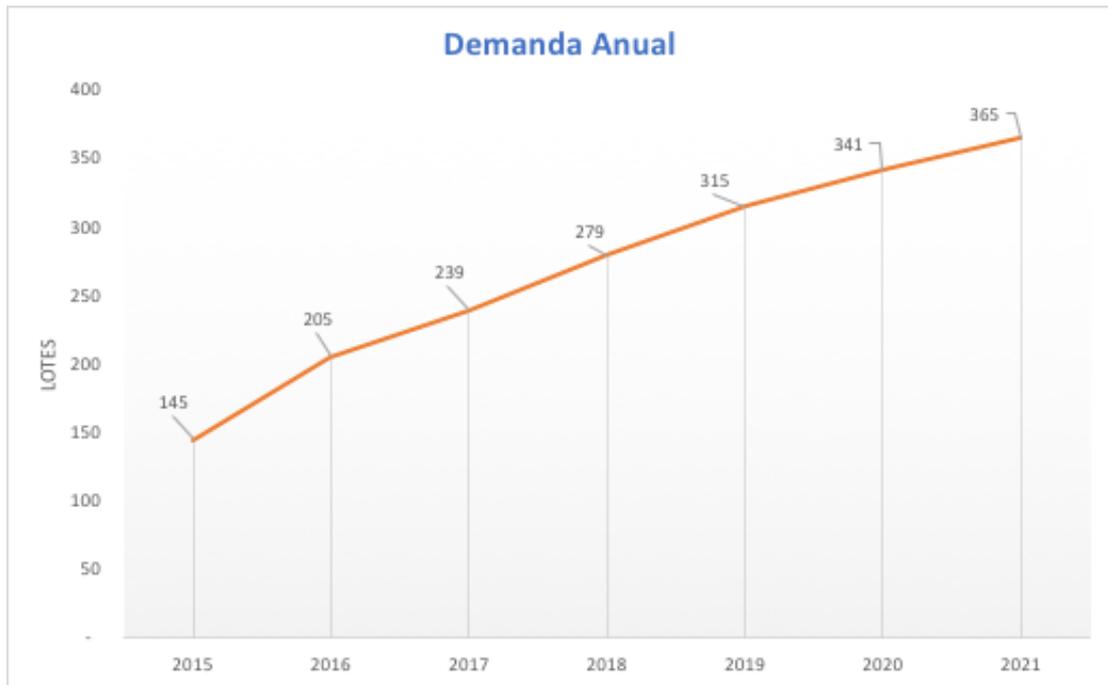


Gráfico 5: Demanda semanal

La Demanda Semanal obtenida, representa la cantidad de lotes que estimamos Pfizer comprará.

7. Estudio Técnico

7.1. Descripción

El análisis surge ante la posibilidad de captar un importante cliente que busca un laboratorio terciario para la producción de su ibuprofeno pediátrico al 4%.

Luego de una visita de Pfizer y posterior reunión junto con el laboratorio, se planteó como condición mínima necesaria la producción en línea.

Hasta este momento Laborax solo cuenta con un proceso productivo (elaborado, llenado, etiquetado y estuchado) que se encuentra separado por distintos cuartos no aledaños.

Otra de las condiciones que exige Pfizer es una capacidad mínima de producción de 9.000.000 unidades anuales. En base a ese requisito y teniendo en cuenta la información obtenida en el Estimación de Demanda, desarrollaremos en el trabajo cuál es nuestra producción actual y como modificaremos el proceso productivo de manera tal de satisfacer la demanda actual y futura.

7.2. Propuesta de Ingeniería

En primer lugar, debemos analizar y llevar a cabo la primera condición impuesta:

- *Proceso productivo continuo, realizando la elaboración, llenado y las demás operaciones bajo la misma línea de producción.*

Para esto, debemos realizar un estudio del proceso actual teniendo en cuenta los tiempos, personal involucrado y traslados de producción, para poder analizar en qué condición se encuentra Laborax actualmente y luego realizar el mismo estudio, teniendo en consideración las modificaciones ya implementadas comparando el antes con el después sus ventajas y desventajas.

7.3. Proceso productivo Antes de las Mejoras

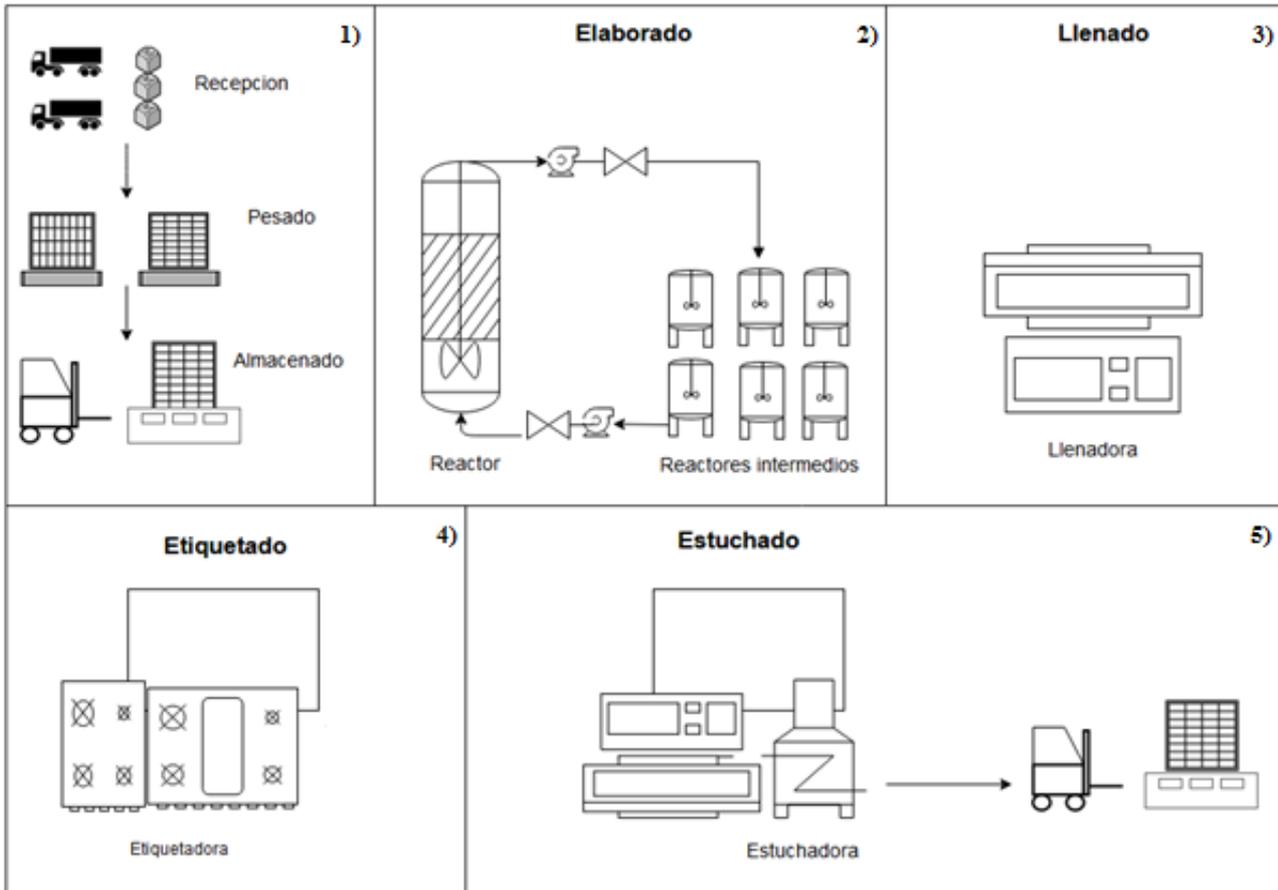


Ilustración 2: Diagrama proceso productivo antes de mejoras

7.3.1. Descripción del Proceso Productivo

El proceso productivo, actualmente se desarrolla en varios cuartos, siendo cada uno de ellos totalmente autónomo del resto. Esto permite mayor flexibilidad, ya que posibilita la elaboración de cualquier producto en cualquier etapa de su producción.

A continuación se procederá a la descripción del proceso que implica la producción de un producto similar al estudiado, es decir alguna solución líquida, con presentación en frascos de 90ml estuchados en su respectivo embalaje.

- **Recepción de Materia prima:**

Los ingredientes llegan a la planta y son recibidos en el área de depósito en donde esperan para ser pesados y luego almacenados para su posterior uso. Cada una de las órdenes viene con un número de análisis y el peso correspondiente de cada materia prima, En caso que lo pesado difiera con lo especificado en la orden de entrega se notifica al proveedor.

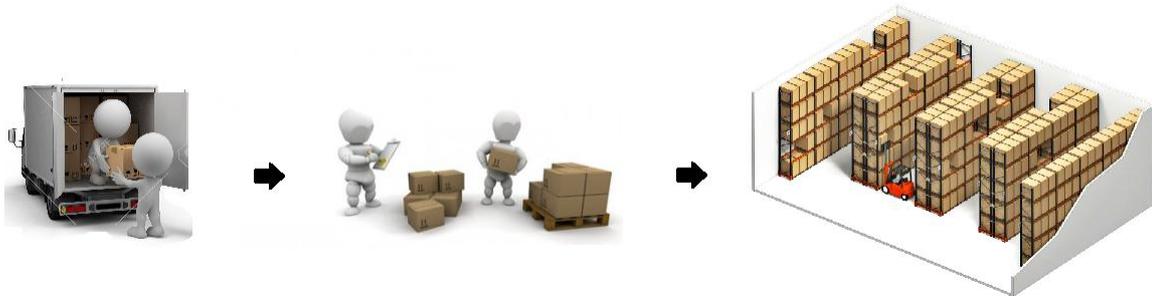


Ilustración 3: Recepción de materia prima

- **Elaboración:**

La elaboración del producto en cuestión se realiza en un reactor de 3000 Litros el cual se carga en un primer momento con el agua y el azúcar. Una vez disuelta, la mezcla se trasvasa a 6 reactores intermedios de 500 litros filtrándola para deshacerse de la suciedad que puede contener el azúcar.

El reactor, ahora vacío se enjuaga y se vuelve a llenar con la mezcla que se encuentra en los reactores intermedios, agregándole en este punto, mediante una bomba de vacío, el resto de los aditivos necesarios para la fabricación.

El proceso tiene una duración que varía según el producto, en este se regulan los parámetros según se especifique en el procedimiento proveniente del cliente, controlando en el monitor del reactor, las temperaturas, los tiempos y las velocidades del mixer en cada momento.

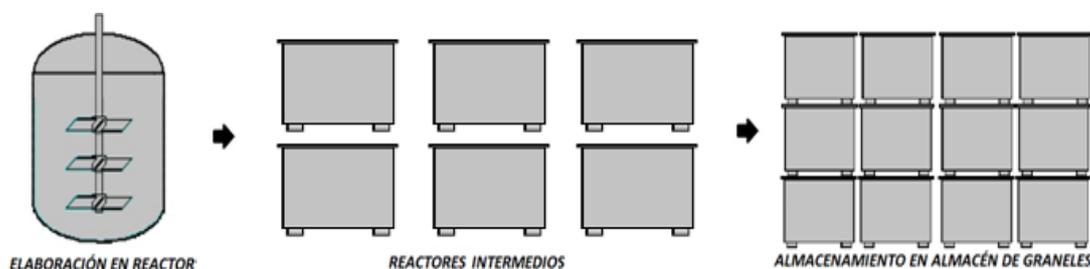


Ilustración 4: Reactores antes de mejoras

- **Almacenamiento Intermedio**

Una vez que transcurre el tiempo necesario para la fabricación, el producto se transfiere a 6 reactores de 500 litros, los cuales se almacenan en el depósito de graneles hasta que el sector de envasado sea acondicionado para el llenado del producto.

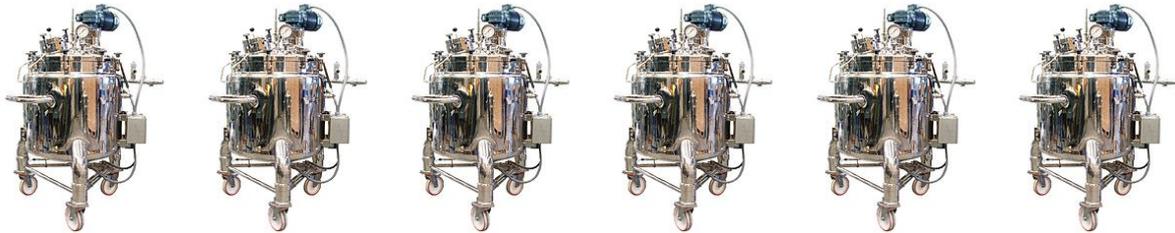


Ilustración 5: Reactores Intermedios

- **Llenado**

Una vez acondicionado el cuarto de llenado, se solicita a depósito el reactor intermedio con el producto a envasar en frascos utilizando la llenadora LL10 que mediante un pistón dosifica el producto en los envases de la línea y los tapa, luego se pesan en una balanza dinámica y en caso de no verificar los límites programados se separan las unidades defectuosas. Los envases con el jarabe son colocados en tarimas por el operario de turno para su traslado al cuarto donde se etiquetan.

- **Etiquetado**

Mediante una cinta transportadora los frascos ya cerrados y llenos se etiquetan con el rótulo que el cliente previamente envió, para luego colocar las unidades en tarimas para su traslado a estuchado.

- **Estuchado**

Los frascos una vez en el sector de estuchado se introducen en las cajas correspondientes junto con su prospecto, según haya enviado y especificado el cliente. Como control en este proceso la máquina lee los códigos de barra tanto del frasco como los de la caja y el prospecto y si no coinciden el frasco se remueve de la línea de producción mediante aire comprimido. Finalmente se les imprime a cada caja la fecha de vencimiento y el número de lote correspondientes

- **Empaquetado**

Una máquina empaquetadora agrupa varias cajas y las recubre con plástico termocontraible según lo precisa el cliente; en este caso 12 unidades con un formato de 4x3

- **Paletizado**

Los paquetes formados por las cajas son agrupados y colocados en pallets según especificaciones del cliente, en este caso de 3x3x9, es decir un total de 81 Paquetes. Una vez armado el conjunto espera para ser llevado al almacén.



Ilustración 6: Paletizado

- **Almacenamiento**

Finalmente, el producto terminado es transportado al almacén en donde esperará para ser despachado según lo convenido con el cliente.

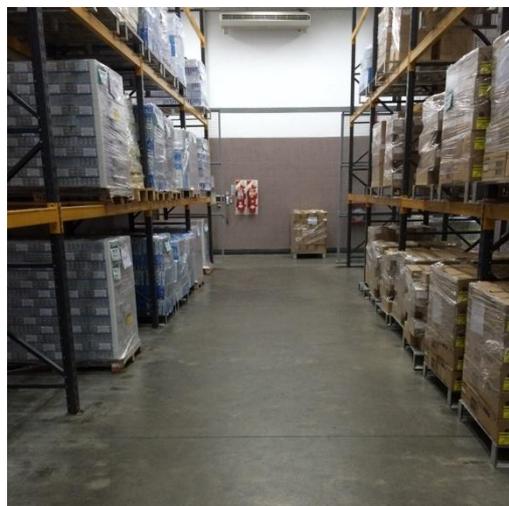


Ilustración 7: Deposito Producto Terminado

7.3.2. Diagrama del Proceso Productivo

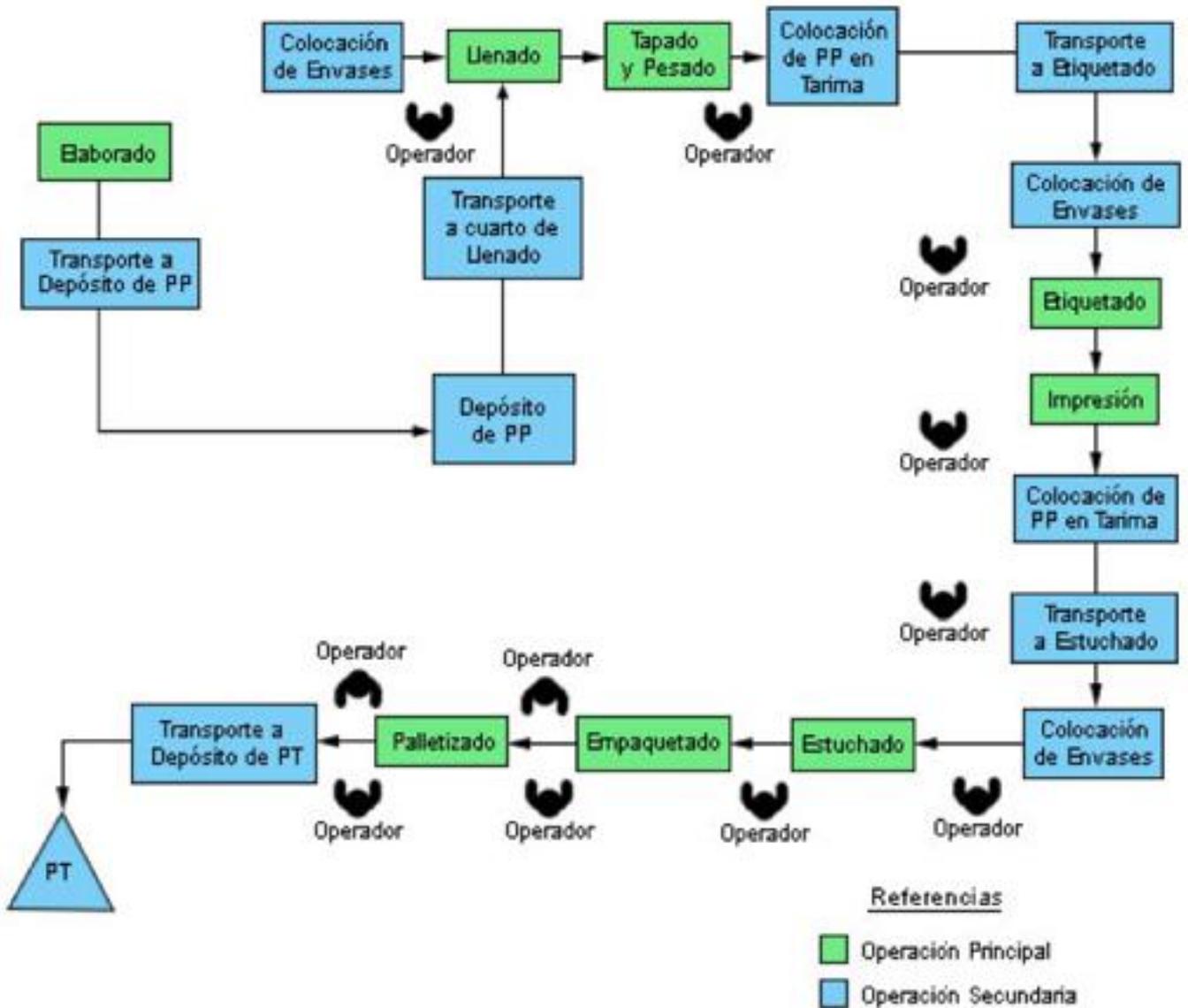


Ilustración 8: Diagrama de proceso productivo antes de mejoras

PP: Producto en Proceso

PT: Producto Terminado

7.3.3. Requerimientos de Mano de Obra

Actualmente cada máquina está ubicada en cuartos diferentes y cada proceso requiere de entre 2 y 3 operarios por turno ya que se necesita un operador que se ocupe de cargar los productos en cada una de las máquinas y otro que se ocupe de retirarlos.

A saber:

Tabla 15: Mano de obra antes de mejoras

Situacion Actual		
	Cuartos	Operarios
1	Llenado	2
2	Etiquetado	3
3	Estuchado	2
	Empaquetado	4
	Paletizado	
Total		11

Para el desarrollo del proceso se necesitan 11 operadores para el transporte de los insumos y de los productos intermedios a las entradas y salidas de cada una de las máquinas en cada cuarto del proceso. Es decir se necesita un operador que se ocupe de cargar los productos a las máquinas y otro que se ocupe de retirarlos.

En el cuarto de llenado se recibe el producto ya elaborado y un operador es quien se ocupa de dosificar los envases vacíos para su llenado, luego se tapan se pesan y otro operador está esperando para retirarlos manualmente de la llenadora y colocarlos en bateas uno por uno. Una vez que se completan se transportan al cuarto de etiquetado.

En el cuarto de etiquetado ocurre lo mismo, un operador recibe los envases y otro los espera para retirarlos y colocarlos en las bateas. Todas estas operaciones generan pérdidas de tiempo y manipuleo excesivo del producto que puede afectar su calidad y pueden ser evitadas con la producción en línea.

7.3.4. Estudio de Tiempos

Realizaremos un estudio de tiempos en donde compararemos el proceso productivo actual de la empresa (Antes de las mejoras) VS el proceso productivo en línea continua una vez realizadas las modificaciones.

- Se estudiarán los tiempos en base a un lote de 3000 lts desde que ingresan las materias primas al reactor principal hasta que se traslada al depósito y se almacena como producto terminado.
- Los tiempos son promediados a partir de 6 mediciones cronometradas en el laboratorio durante la producción.

Diagrama de flujo del Proceso Productivo con Tiempos

Como puede observarse a continuación se confeccionó el diagrama de flujo del proceso productivo actual (antes de las modificaciones) utilizando los símbolos de la norma ASME.¹

Tabla 16: Flujo de Procesos con Tiempos antes de mejora

Descripción Antes		▽	➔	●	■	◐	Tiempo Medio
1	Traslado de MP al Reactor Principal (RP)						14.91
2	Carga del (RP) con agua y azúcar						22.58
3	Limpieza y Filtrado en los 6 Reactores Intermedios						73.16
4	Limpieza del (RP) y llenado con MP						44.71
5	Elaborado del jarabe en (RP)						720
6	Trasvaso de Jarabe del (RP) a los 6 (RI)						21.55
7	Traslado de los (RI) al depósito						59.41
8	Almacenamiento de los (RI)						0
9	Traslado de los (RI) al cuarto de llenado						59.41
10	Conexión del (RI) a la llenadora						36.96
11	Llenado de Unidades						909
12	Pesaje del 100% de las unidades						0
13	Traslado de las Tarimas a la zona de Etiquetado						14.34
14	Etiquetado						222
15	Traslado de las Tarimas a la zona de Estuchado						16.14
16	Estuchado						303
17	Colocación de lote y vencimiento						10.83
18	Control de Impresión						0
19	Empaquetado						91.86
20	Armado de pallets						408
21	Traslado al depósito						170.57
22	Almacenamiento del Producto Terminado						0

¹ Ver Anexo 11.9 – Medición de Tiempos – Antes de las Mejoras 140

A continuación se detallan los tiempos de producción.

Tabla 17: Tiempos antes de mejoras

Concepto	Tiempo	Porcentaje
Tiempo Básico:	3198,426667 min	100%
Tiempo Productivo:	2826,69 min	88%
Tiempo Transporte	334,78 min	11%
Tiempo Demora	36,96 min	1%



Gráfico 6: Tiempos antes de mejoras



Gráfico 7: Tiempos No Productivos antes de mejoras

Como se puede ver, el tiempo de transportes para un lote equivale al 90% del tiempo no productivo, por este motivo se realizará un análisis de la distribución actual con el fin de analizar la posibilidad de reducir los traslados.

Programación de la Producción

Partiendo de los datos obtenidos en el estudio de tiempos se elaboró la programación de la producción de una semana², comparándolos con la estimación de la demanda calculada con anterioridad, de esta manera podremos saber que tan lejos estamos de cumplir con las necesidades del cliente.

Como resultado se obtuvo una producción de 4 lotes terminando el sábado a media mañana, teniendo en cuenta el 12% de suplementos³ la producción final semanal es de 3,52 lotes. Esto equivale a 1,44 días por lote.

Los resultados del estudio se pueden observar a continuación.

Tabla 18: Programación de la producción antes de mejoras

Año	Demanda Mensual (Lotes)	Demanda Semanal (Lotes)	Producción Max Semanal (Lotes)
2017	20	4,98	3,52
2018	23	5,81	3,52
2019	26	6,56	3,52
2020	28	7,11	3,52
2021	30	7,59	3,52

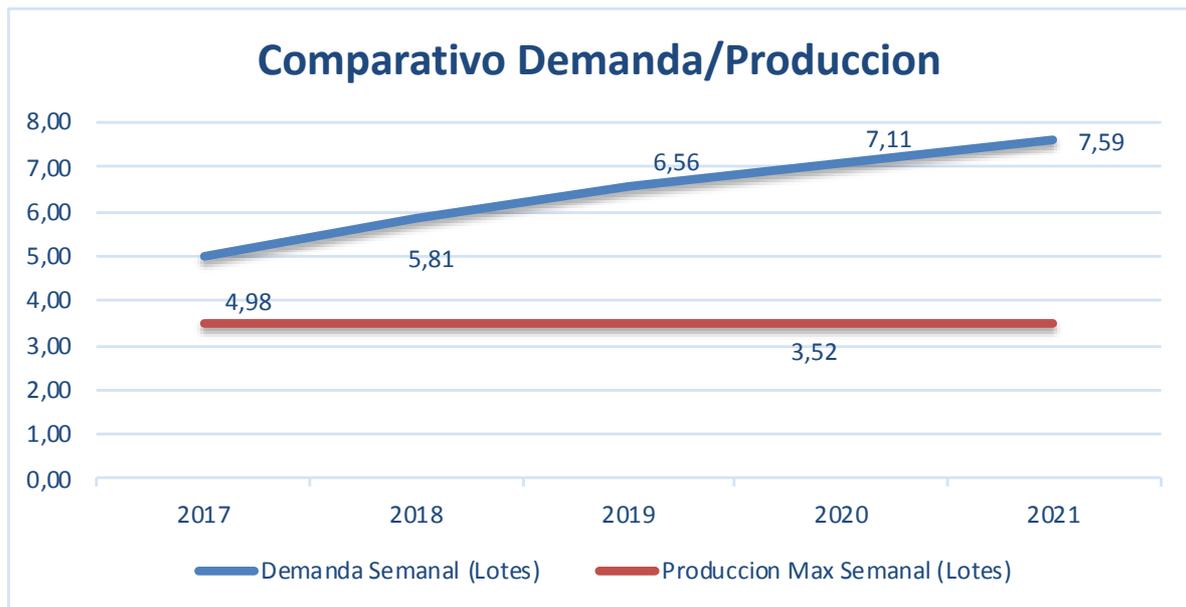


Gráfico 8: Programación de la producción antes de mejoras

² Ver Anexo 11.14 - Programación de la Producción – Antes de las mejoras 148

³ Ver Anexo 11.9.1 - Suplementos – Antes de las mejoras 141

Conclusiones Estudio de Tiempos – Antes de las mejoras

En el flujo del proceso productivo se observan excesivas cantidades/tiempos de:

- Operaciones secundarias.
- Manipuleo de Producto en proceso.
- Transporte de Producto en proceso.
- Almacenamiento de Producto en proceso.

Al realizar la programación de la producción llegamos a la conclusión que produciendo de esta manera no podremos abastecer la demanda. Es por esta razón, entre otras que se estudiará a continuación el cambio del proceso productivo a línea continua.

7.3.5. Modificaciones propuestas.

Teniendo en consideración la condición inicial del cliente, “Proceso Productivo en línea” y por otro lado el no poder satisfacer la demanda, proponemos llevar a cabo las siguientes modificaciones:

1. La elaboración se llevará a cabo en 2 reactores de 3000 lts. Es importante mencionar que el reactor adicional necesario es tomado de otro de los cuartos de Elaborado reemplazando los 6 reactores intermedios de 500 lts, en esta operación no se generan inversiones.
2. Los 2 reactores de elaborado se conectaran mediante cañerías a un Reactor intermedio de 3000 lts que estará fijo. Este último será comprado al Proveedor COMASA.⁴
3. El reactor intermedio se conectara por cañería a la llenadora.
4. Reestructuración de la planta para la correcta instalación de los equipos necesarios, de forma tal de poder contar con un proceso en línea continua.
5. Haremos un estudio de capacidades de producción/simulación de la producción y en base a eso analizaremos si se utilizarán las máquinas actuales (envasadora, etiquetadora, estuchadora y la agrupadora) o si se realizará algún cambio de máquina.

Ventajas:

1. Reducir la cantidad de reactores intermedios implica menor tiempo de carga y descarga. Menor cantidad de transportes internos.
2. Menor manejo de producto, beneficiando su calidad y reduciendo el riesgo.
3. Reducción en el consumo y frecuencia en la limpieza, debido a la reducción de los reactores intermedios que se utilizan durante el proceso.
4. Agilización en el flujo del producto, al ser posible el vaciado del reactor en una sola etapa permitiendo su limpieza.

Desventajas:

1. Necesidad de modificar la infraestructura.
2. Inversión en un reactor adicional, con agitador.
3. Tiempo destinado a pruebas.

⁴Ver Anexo 11.1.1 – Descripción Técnica Reactores 107

7.3.6. Análisis de la distribución actual

Como puede observarse en el plano⁵ la distribución es por proceso, destinando distintos cuartos a la elaboración, llenado, rotulado y empaque de productos, tanto líquidos como semisólidos.

A partir de la distribución, es posible notar que debemos realizar una serie de modificaciones en el layout con el fin de poder producir en línea continua.

7.3.7. Reestructuración de la distribución en planta

Luego de estudiar y analizar los diferentes cuartos de elaborado, llenado, rotulado y empaque proponemos generar la nueva línea de producción en el cuarto que denominamos A como puede observarse en la siguiente imagen.



Ilustración 9: Plano reestructuración de línea productiva

⁵ Ver Anexo 11.12 – Plano PLANTA 146

En este cuarto se armará la nueva línea de producción tanto el llenado y rotulado como el Estuchado, Empaquetado y Paletizado (Área Empaquetado)
Lo representamos de la siguiente manera:

- Llenadora: (LL)
- Etiquetadora: (ET)
- Estuchadora: (ES)
- Empacadora: (EM)
- Paletizado(PA)

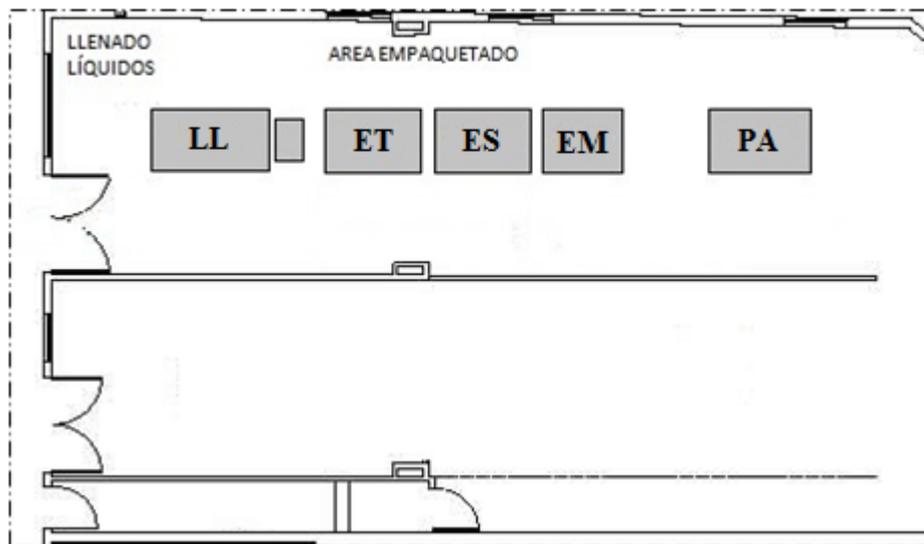


Ilustración 10: Plano nueva distribución de maquinas

Propuesta a Futuro:

A futuro en caso de necesitar aumentar la capacidad es posible instalar una nueva línea de envasado en paralelo a la línea constituida ya que contamos con otro cuarto con las mismas dimensiones que el actual.

En los cuartos de elaborado B y C se encuentran los 2 Reactores Principales y el Reactor Intermedio, la conexión entre ellos y entre el Reactor intermedio y la llenadora se realiza a través de cañerías.



Ilustración 11: Plano elaboración

Luego de realizar las modificaciones en el layout del laboratorio pudimos cumplir con el objetivo principal del cliente “Producción en línea continua” logrando modificar 3 cuartos que antes se utilizaban para procesos independientes en cuartos comunicados bajo una misma línea productiva.

Esquemáticamente, se utiliza el espacio disponible de la siguiente manera:

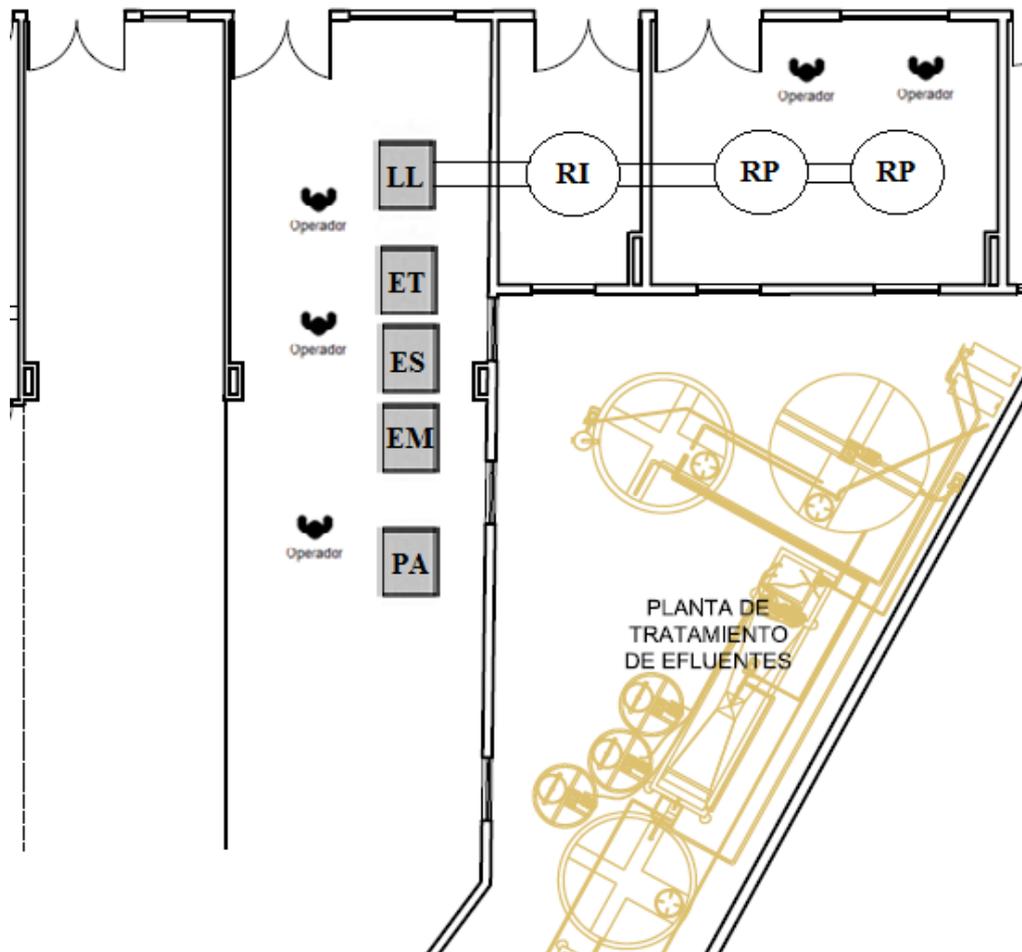


Ilustración 12: Plano esquemático después de modificación 1

7.3.8. Reducción de los transportes internos.

A partir de la implementación de las modificaciones anteriormente planteadas se logra una importante reducción en los transportes involucrados en el proceso de fabricación detallados más adelante, los cuales se encuentran separados según su tipo.

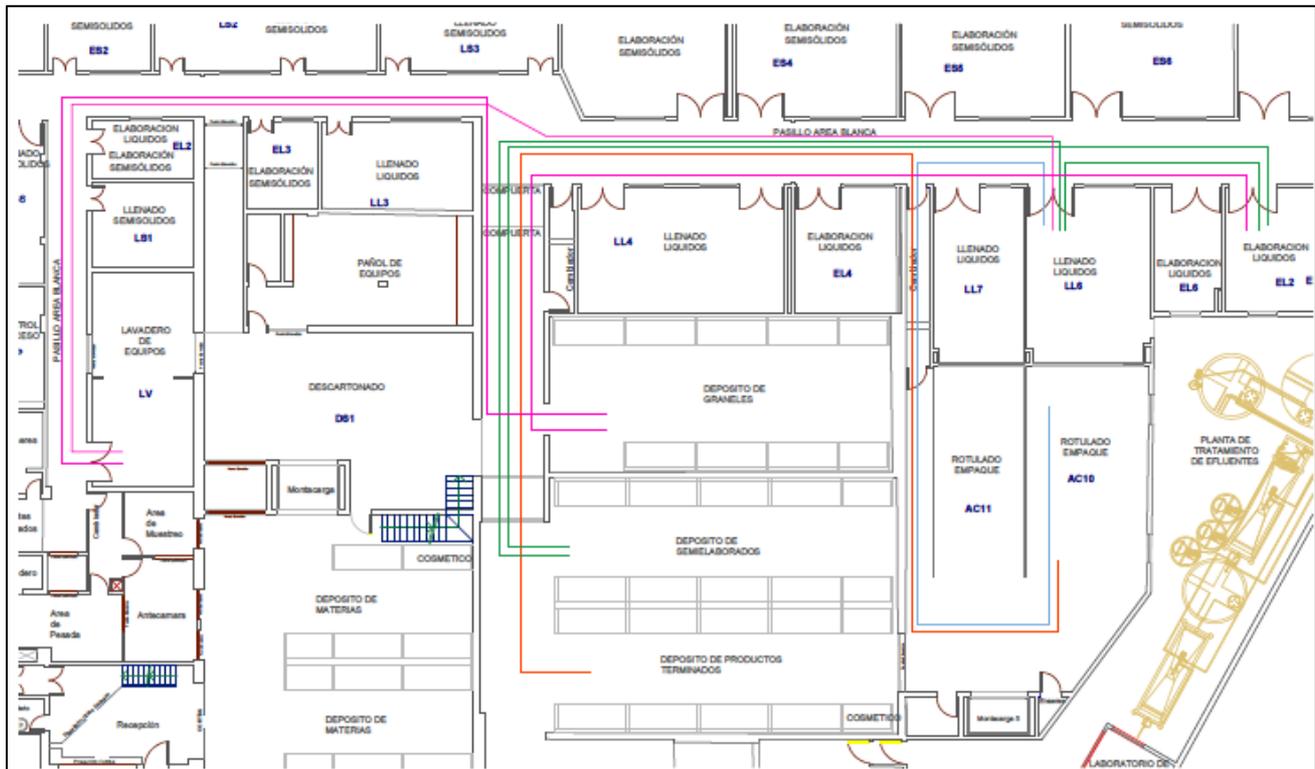


Ilustración 13: Plano diagrama de hilos antes de modificaciones

A. Transportes de Reactores Intermedios con jarabe [Color Verde]

- i. *Elaboración de Líquidos – Llenado de Líquidos:* El RI con el jarabe filtrado se lleva hacia el cuarto de llenado para su posterior envasado, etiquetado y estuchado.
 - Distancia/Transporte: 13,10 m
 - Transportes/Lote: 1
 - Distancia Total: 13,10 m

- ii. *Elaboración de Líquidos – Depósito de Semielaborado:* Los RI con el jarabe filtrado se almacenan en el depósito a la espera de disponibilidad de la llenadora.
 - Distancia/Transporte: 53,33 m
 - Transportes/Lote: 5
 - Distancia Total: 266,65 m

iii. *Depósito de Semielaborado – Llenado de Líquidos:* Los RI almacenados son transportados a llenado a medida que la producción lo permite.

- Distancia/Transporte: 46,50 m
- Transportes/Lote: 5
- Distancia Total: 232,5 m

B. Transportes de Reactores intermedios vacios [Color Rosa]

i. *Llenado de Líquidos – Lavadero de Equipos:* A medida que se completa el llenado de los 500l de jarabe de cada reactor, los RI son llevados al lavadero para su limpieza y acondicionamiento.

- Distancia/Transporte: 61,34 m
- Transportes/Lote: 6
- Distancia Total: 368,04 m

ii. *Lavadero de Equipos – Depósito de Graneles:* Los RI una vez en condiciones son almacenados en el depósito para ser utilizados más adelante en la elaboración de un nuevo lote.

- Distancia/Transporte: 50,93 m
- Transportes/Lote: 6
- Distancia Total: 305,58 m

iii. *Depósito de Graneles – Elaborado de Líquidos:* Los RI almacenados son transportados a llenado para su llenado con jarabe.

- Distancia/Transporte: 43,86 m
- Transportes/Lote: 6
- Distancia Total: 263,16 m

C. Transportes de Producto en Proceso [Color Celeste]

i. *Llenado de Líquidos – Rotulado y Empaque:* Las tarimas completas con los envases llenos se trasladan hacia el sector de Empaque para ser etiquetados y estuchados.

- Distancia/Transporte: 40,39 m
- Transportes/Lote: 3
- Distancia Total: 121,17 m

D. Transportes de Producto Final [Color Rojo]

- i. *Rotulado y Empaque – Deposito de Productos Terminados:* A medida que se completan los Pallets se almacenan en el Depósito a la espera de ser retirados por el cliente.
- Distancia/Transporte: 14,11 m
 - Transportes/Lote: 34
 - Distancia Total: 479,74m

Los cambios involucrados en lograr una producción en línea tienen como resultado la eliminación de ciertos transportes descriptos anteriormente, a saber:

- ✓ Transportes de RI: Se eliminan todos al no ser necesarios debido a las cañerías que comunican los reactores. [colores rosa y verde]
- ✓ Transportes de Producto en Proceso: El traslado del sector de llenado y el de etiquetado y estuchado es posible mediante una cinta transportadora.

Sumando las distancias, se logra una reducción de 1632 metros por lote, lo cual equivale a un 77% de los traslados totales por lote (2112 metros).⁶

⁶ Ver Anexo 11.13 - Reducción de Transportes 147

7.4. Proceso productivo en línea - Mejora 1

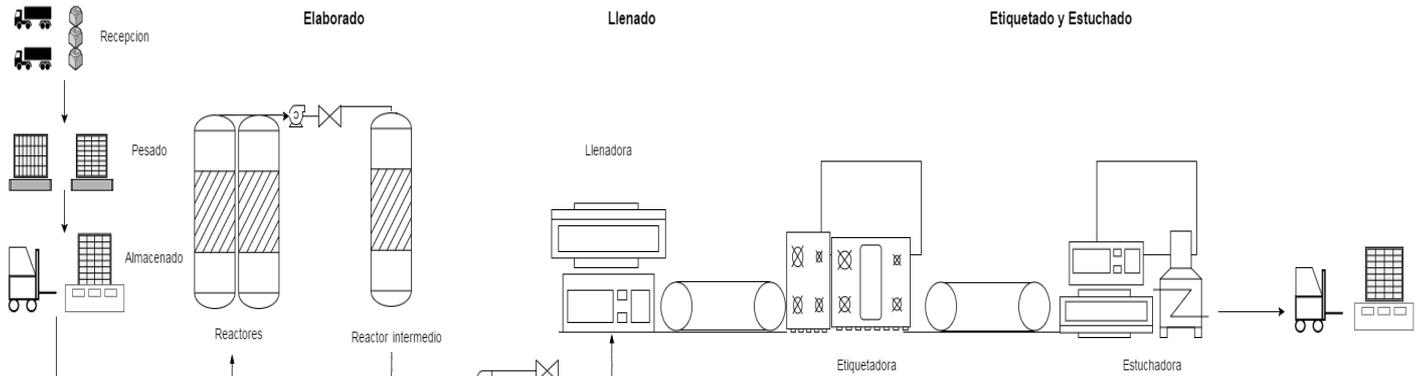


Ilustración 14: Proceso productivo mejora 1

7.4.1. Descripción de proceso productivo

El proceso productivo, luego de las modificaciones planteadas (Mejora 1) se desarrolla de manera continua, ya no se encuentra cada máquina en diferentes cuartos como se hacía antes.

A continuación se procederá a una descripción del proceso que implica la producción del Ibuprofeno pediátrico al 4%. En línea de producción continua.

- **Recepción Materia prima:**

Los ingredientes llegan a la planta y son recibidos en el área de depósito en donde esperan para ser pesados y luego almacenados para su posterior uso. Cada una de las órdenes viene con un número de análisis y el peso correspondiente de cada materia prima, En caso que lo pesado difiera con lo especificado en la orden de entrega se notifica al proveedor.



Ilustración 15: Recepción de materia prima

- **Elaboración:**

La elaboración del ibuprofeno 4% se realiza en dos reactores de 3000 lt, el primero se carga con el agua y el azúcar necesarios. Una vez disuelta, la mezcla se trasvasa al otro reactor de igual capacidad filtrándola para deshacerse de la suciedad que puede contener el azúcar, el primer reactor, ahora vacío, se enjuaga y se acondiciona para la producción de un nuevo lote. Se le agregan en este punto, mediante una bomba de vacío, el resto de los aditivos necesarios para la fabricación como lo son ibuprofeno, esencia líquida de naranja, colorante, sacarina sódica, dióxido de sodio coloidal, propilparabeno sódico y polisorbato, entre otros. A partir de este momento la fabricación dura 12 horas durante las cuales el proceso se controla según especificaciones, con los comandos del reactor que permiten variar la temperatura, la velocidad del mixer y los tiempos.

Una vez transcurrido el tiempo necesario para la realización del jarabe, el producto se pasa mediante cañerías a un reactor intermedio de 3000 lt para liberar el reactor de fabricación para su lavado y acondicionamiento.

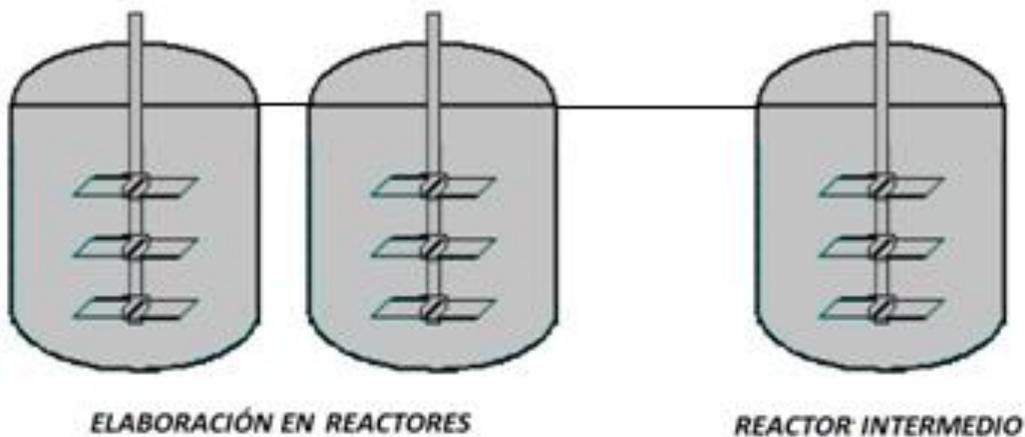


Ilustración 16: Reactores mejora 1



Ilustración 17: Foto reactor

- **Llenadora:**

La llenadora se carga con los insumos necesarios, es decir los frascos, las tapas y los vasos medidores. El jarabe llega a la tolva de la máquina mediante una cañería que la une con el reactor intermedio de 3000 lt

La llenadora sopla los envases que luego se cargan mediante las múltiples bocas con el jarabe y se les colocan las tapas y los vasos medidores. Al final de la línea cada frasco pasa por una balanza dinámica en donde si su peso es inferior al especificado es descartado por medio de un chorro de aire comprimido

- **Etiquetado**

Los frascos ya llenos entran a la zona de etiquetado mediante una cinta transportadora donde la máquina les coloca la etiqueta correspondiente a cada frasco.

- **Estuchado**

Los frascos etiquetados siguen por la cinta transportadora en donde se estuchan junto con su prospecto en sus respectivas cajas. Estas son cargadas y armadas por máquina.

Como control, en este proceso la máquina lee los códigos de barra tanto del frasco como los de la caja y el prospecto y si no coinciden el frasco se remueve de la línea de producción mediante aire comprimido. Finalmente se les imprime a cada caja la fecha de vencimiento y el número de lote correspondientes

- **Empaquetado**

Finalmente las cajas con los frascos se juntan de a 12 unidades mediante plástico termocontraible para luego pasar por la zona del horno en donde el plástico de embalaje se calienta adhiriéndose para asegurar la unidad del paquete.

- **Paletizado**

Los paquetes se colocan en el pallet armándolo según lo haya especificado el cliente. En este caso se arman pallets de 3x3x9, con un total de 81 Paquetes



Ilustración 18: Paletizado

- **Almacenamiento**

El pallet, una vez armado se traslada al almacén esperando a ser retirado.



Ilustración 19: Deposito Producto Terminado

7.4.2. Diagrama del proceso productivo

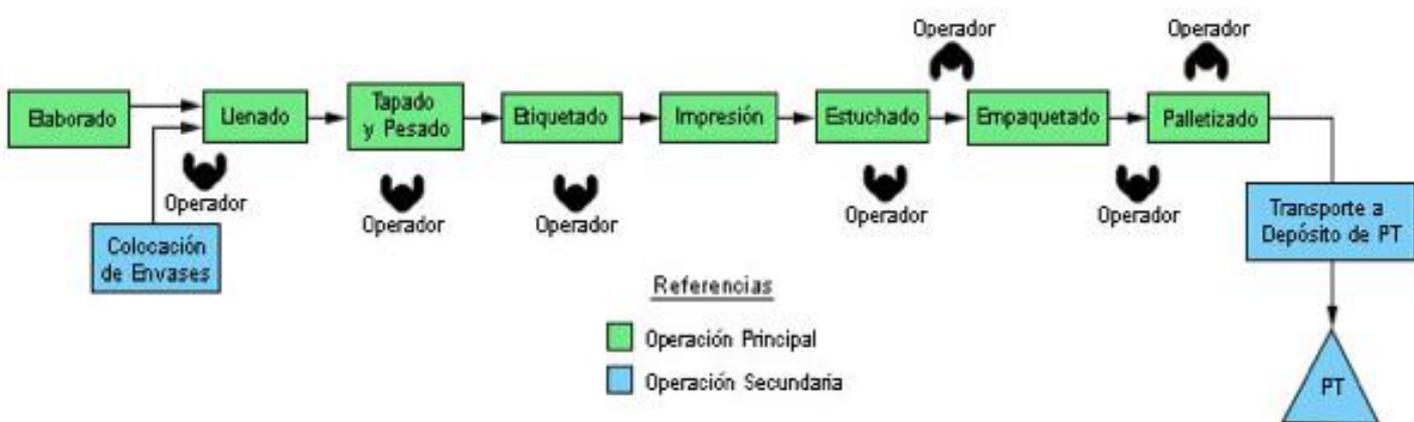


Ilustración 20: Diagrama de proceso productivo mejora 1

PT: Producto Terminado

7.4.3. Requerimiento de Mano Obra

Luego de la reestructuración de la distribución en planta, se dispondrá de siete operarios por turno que se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 19: Mano de obra mejora 1

Despues de las Modificaciones		
Cuarto (Linea continua)	Operarios	
1	Llenado	3
	Etiquetado	
	Estuchado	
	Empaquetado	4
	Paletizado	
Total		7

Antes de las modificaciones la necesidad de mano de obra era de 11 operarios y después de las modificaciones de 7. **Disminuyendo en 4 operarios, quienes serán destinados a trabajar en otras líneas productivas dentro del laboratorio.** Si bien no se desvinculará al personal generamos un ahorro de capital para nuestra línea productiva reduciendo al mismo tiempo la contratación de personal para otros sectores.

7.4.4. Estudio de Tiempos

Para el análisis de los tiempos involucrados se analizarán los tiempos medidos en planta, el flujo de las actividades y la programación de la producción.

Diagrama de Flujo del Proceso Productivo con Tiempos.

A continuación se confeccionó el diagrama de flujo del proceso productivo en línea (Mejora 1) utilizando los símbolos de la norma ASME.⁷

Tabla 20: Flujo de Procesos con Tiempos mejora 1

Descripción Mejora 1		▼	➔	●	■	◐	Tiempo Medio
1	Traslado de MP al cuarto de elaborado		●				14.92
2	Carga del (RP) con agua y azúcar			●			22.58
3	Filtrado en el Reactor Principal 2 (RP2)			●			10.55
4	Llenado de RP2 con MP			●			9.00
5	Limpieza del (RP1)			●			20.00
6	Elaborado del jarabe en (RP2)			●			720.00
7	Trasvaso de Jbe del (RP2) al Reac Interm (RI)			●			10.10
8	Limpieza del (RP2)			●			20.00
9	Llenado de Unidades			●			909.00
10	Pesaje del 100% de las unidades				●		0.00
11	Etiquetado			●			222.00
12	Estuchado			●			303.00
13	Colocación de lote y vencimiento			●			10.83
14	Control de Impresión				●		0.00
15	Empaquetado			●			91.87
16	Armado de pallet x 34			●			408.00
17	Traslado al depósito x 34 Pallets		●				170.57
18	Almacenamiento del Producto Terminado	●					0.00

⁷ Ver Anexo 11.10 - Medición de Tiempos – MEJORA 1. 142

A continuación se detallan los tiempos de producción para la mejora 1.

Tabla 21: Tiempos mejora 1

Concepto	Tiempo		Porcentaje
Tiempo Básico:	2942,415	min	100%
Tiempo Productivo:	2756,93	min	94%
Tiempo Transporte:	185,48	min	6%
Tiempo Demora:	0	min	0%

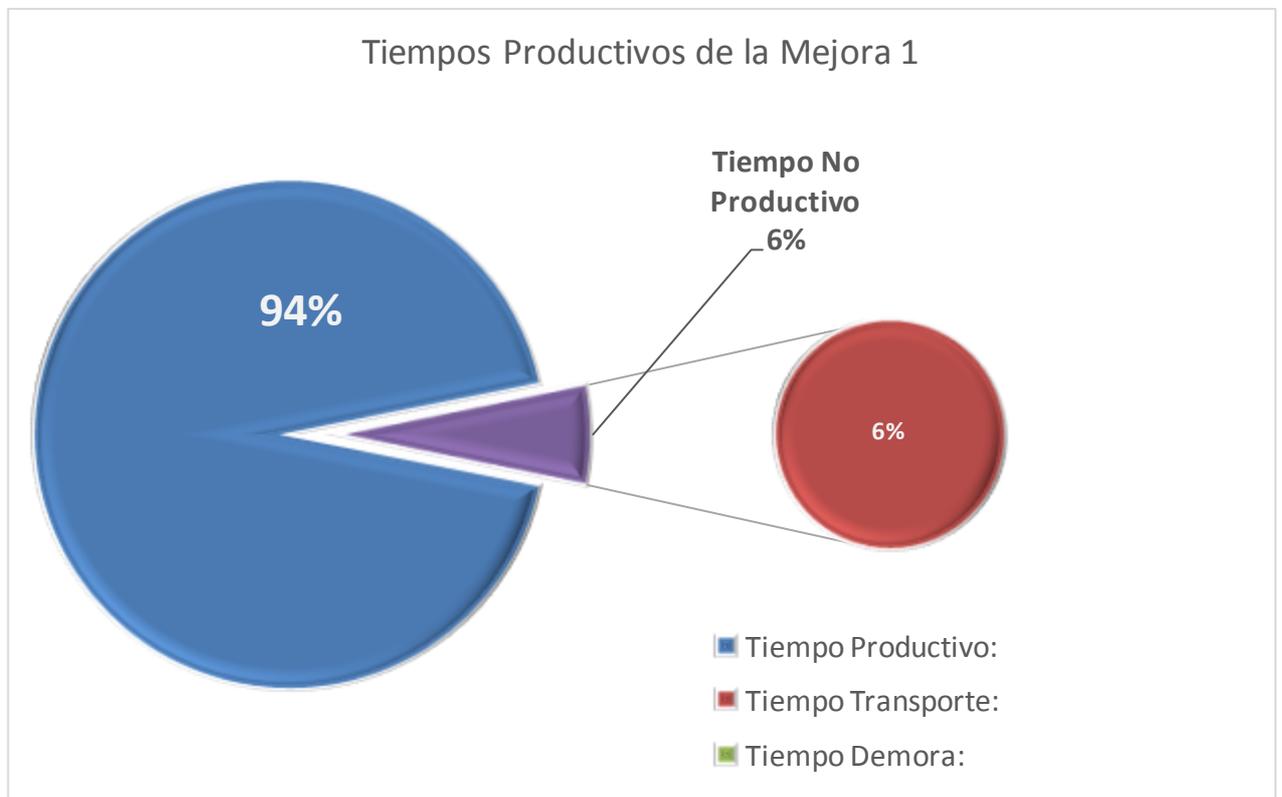


Gráfico 9: Tiempos mejora 1

Tal como denota el gráfico, el cambio de la distribución del proceso productivo reduce el tiempo básico, eliminando las demoras, y reduciendo los tiempos de producción y transportes en un 77%.

Programación de la Producción

Partiendo de los datos obtenidos en el estudio de tiempos se elaboró la programación de la producción de una semanal⁸ comparándolos con la estimación de la demanda calculada con anterioridad, de esta manera podremos saber a partir de que año no se logrará cumplir con las necesidades del cliente.

Como resultado se obtuvo una producción de 7 lotes terminando el sábado a media mañana, teniendo en cuenta el 12% de suplementos⁹, la producción final semanal es de 6,16 lotes. Esto equivale a 0,81 días por lote.

Tabla 22: Programación de la producción mejora 1

Año	Demanda Mensual (Lotes)	Demanda Semanal (Lotes)	Producción Max Semanal (Lotes)
2017	20	4,98	6,16
2018	23	5,81	6,16
2019	26	6,56	6,16
2020	28	7,11	6,16
2021	30	7,59	6,16

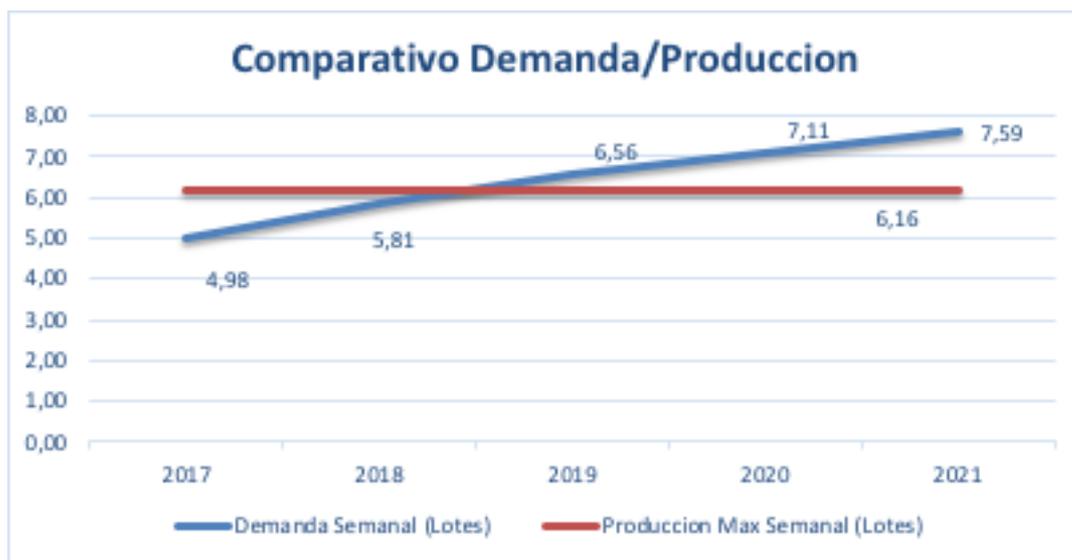


Gráfico 10: Programación de la producción mejora 1

⁸ Ver Anexo 11.15 - Programación de la Producción. Mejora 1. 149

⁹ Ver Anexo 11.10.1- Suplementos – Mejora 1. 143

Conclusiones Estudio de Tiempos- Mejora 1

El cambio estructural logra una reducción en la cantidad de transportes internos y almacenamiento de producto en proceso. Así como también:

- Aumento considerable de la calidad del producto final.
- Reducción del manipuleo del producto en proceso.
- Reducción de los tiempos de procesos. Permitiendo una respuesta más rápida al cliente.
- Disminución de la probabilidad de accidentes en planta.

Los tiempos alcanzados de producción según la programación de la producción reflejaron un nuevo inconveniente, radicado en la imposibilidad de cumplir con la demanda proyectada a partir del 2019.

Como solución a este problema vamos a estudiar la maquinaria actual, sus especificaciones técnicas, las capacidades máximas que tienen de producción y luego complementaremos este estudio con una Simulación de Proceso productivo, de esta manera vamos a analizar el cambio de máquina ya que si no aumentamos nuestra capacidad instalada no cumpliremos con la demanda futura.

7.4.5. Maquinaria y especificaciones técnicas

Reactores. ¹⁰

Marca: Comasa



Llenadora LL-10¹¹



Ilustración 21: Llenadora LL-10 con capacidad máxima de producción 2200Un/Hr.

¹⁰ Ver Anexo 11.1.1 - Descripción Técnica Reactores 107

¹¹ Ver Anexo 11.1.2 – Descripción Técnica Llenadora 108

Etiquetadora¹²

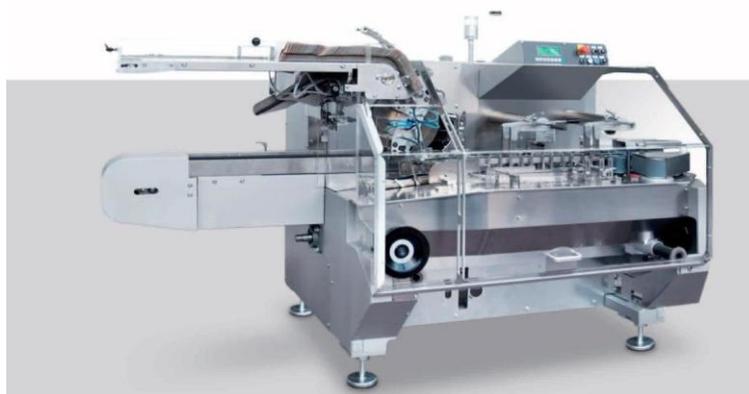
Marca: Etipack

Modelo: Eti 1 Modular



Estuchadora¹³

Marca: CAM PMX



¹²Ver Anexo 11.1.3 - Descripción Técnica Etiquetadora 109

¹³Ver Anexo 11.1.4 - Descripción Técnica Estuchadora 111

Agrupadora¹⁴

Marca: CAMPAK

Modelo: CAM ASB38



Ilustración 22: Agrupadora Campack

¹⁴Ver Anexo 11.1.5 - Descripción Técnica Agrupadora 113

7.4.6. Capacidades de producción.

Luego del Estudio de la maquinaria y especificaciones técnicas podemos observar una gran dispersión de las capacidades productivas, esto se debe a que cada máquina se fue comprando a medida que la empresa la necesitaba.

Por otro lado, no se contempló una futura modificación del proceso para la producción en línea.

A continuación podemos observar un gráfico que señala las diferentes capacidades máximas de producción entre cada una de las maquinas.



Gráfico 11: Capacidades de producción antes de mejoras

En consecuencia, observamos que el cuello de botella sería la **llenadora**.

En base a la información obtenida en los estudios realizados y como estudio complementario vamos a desarrollar la simulación del proceso productivo.

7.4.7. Simulación del proceso productivo

Como estudio complementario, para la conclusión final del estudio técnico de la Mejora 1 y en base a todos los resultados obtenidos y analizados, se realizó una simulación del proceso productivo, con el objetivo de poder contar con una perspectiva global. Esto nos permitió estudiar cómo se desarrollan en conjunto cada uno de los estudios que se realizaron por separado, y constatar que trabajan en armonía.

A su vez la simulación aporta información dinámica que se acercan más a la realidad de la línea puesta en marcha, previo a las modificaciones e inversiones necesarias para la mejora.

Modelo simulado en Simul8¹⁵

En este apartado se presentan las características del modelo en Simul8. Como podemos observar subdividimos el proceso productivo en diferentes etapas:

- Abastecimiento de Materias primas
- Elaborado
- Línea de producción
- Paletizado y Armado de lote

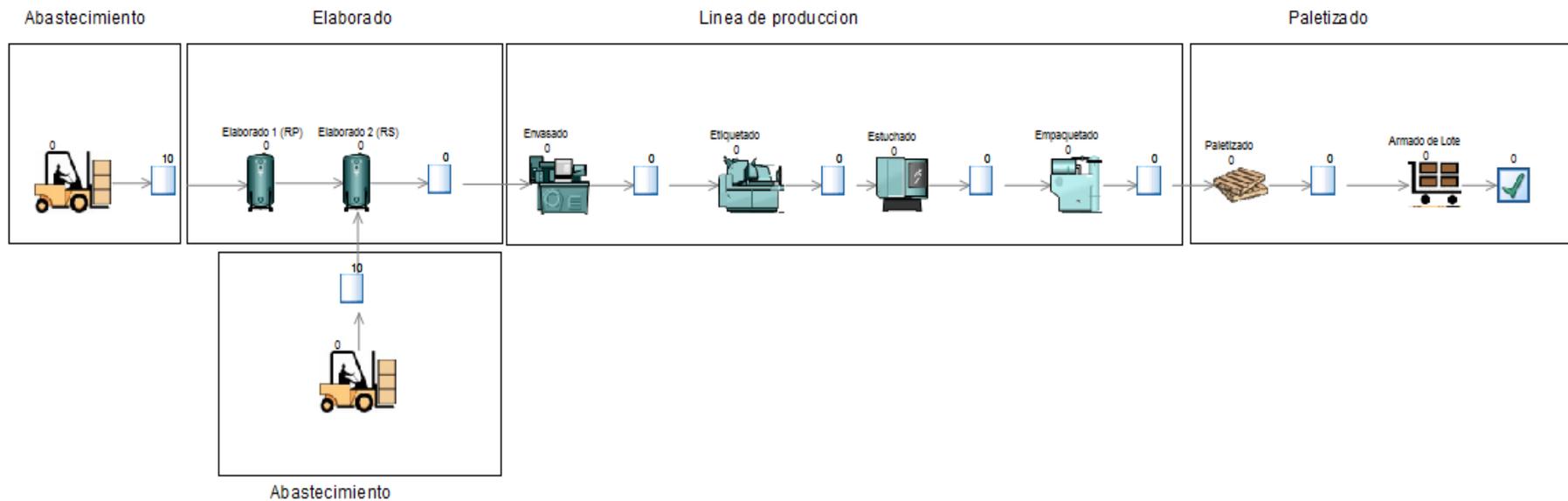


Ilustración 23: Introducción simulación

¹⁵ Ver Anexo 11.5 - Descripción detallada de la simulación del proceso productivo. 122

Resultados de la simulación (MEJORA 1)¹⁶

A continuacion mostraremos los resultados obtenidos a lo largo de una semana de produccion.

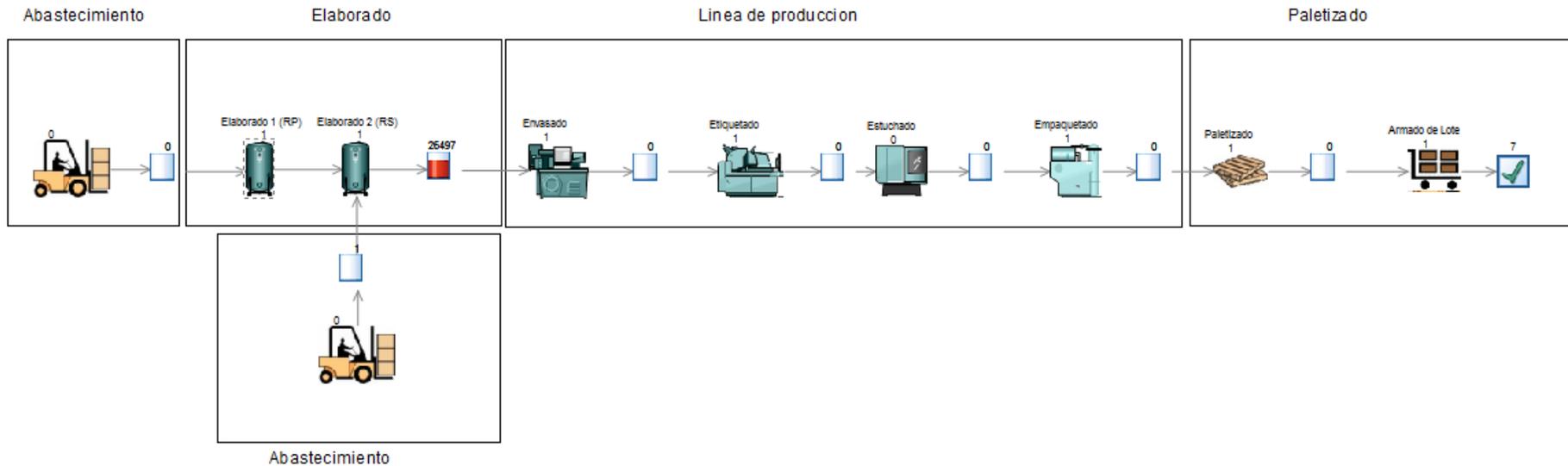


Ilustración 24: Simulación mejora 1

¹⁶ Ver Anexo 11.6 - Ejecución y Resultados de la simulación (Mejora 1) 134

7.4.8. Conclusiones Simulación del proceso productivo – Mejora 1

- Mejora 1 viable para su implementación.
- Gran cuello de botella en Elaborado (Reactor Secundario) sin posibilidad de mejoras ya que no se puede modificar el tiempo de elaboración.
- Las máquinas de Etiquetado, Estuchado y Empaquetado trabajan con una alta capacidad ociosa, como resultado de los elevados tiempos de elaboración y llenado.
- La simulación dio como resultado 7 lotes por semana, una vez tenido en cuenta el porcentaje restado debido a Necesidades personales, Interrupciones por demora o averías en las máquinas, Fatiga general y trabajar de pie. Podemos concluir que:
 - No se llega a cumplir con la demanda requerida por nuestro cliente.
 - Se debe mejorar el proceso productivo.
 - Se debe realizar un cambio de maquina (Envasadora)

Por lo tanto, para lograr cumplir con la demanda de nuestro cliente es necesario cambiar este equipo aumentando su capacidad productiva, para lo que se realizará el análisis y posterior selección de la Nueva Envasadora.

7.4.9. Selección de Proveedores (Nueva Envasadora)

Estudiaremos cuáles son los requerimientos mínimos que debe tener la máquina en base a lo que estamos buscando, luego evaluaremos y seleccionaremos una serie de proveedores describiendo las características que tienen como empresa.

Una vez que elegimos 3 Proveedores, analizaremos 3 posibles llenadoras que cumplan nuestros requisitos basándonos en la información técnica y una serie de factores relevantes. Nuestra decisión final fue tomada a partir del método de los factores ponderados, llegando, como conclusión a la mejor opción para la compra del equipo.

Requerimientos mínimos de la nueva Envasadora

Teniendo en cuenta las producciones máximas que se lograron en el estudio de la *Mejora 1*, y la producción a la cual se quiere llegar para cumplir con la demanda proyectada. Se detallan a continuación los requisitos mínimos que se consideraron pertinentes para el proceso de selección de la máquina.

- Llenadora de productos líquidos (Productos Farmacéuticos)
- Permitir llenar presentaciones tipo “frasco”.
- Automática, con panel para operaciones.
- Poseer tapadora de frascos.
- Poseer una velocidad de llenado de entre 5000 y 6000 Un/Hs.
- Rango de volumen a dosificar: 100ml-200ml.

Selección de Proveedores¹⁷

Seleccionamos tres Proveedores, los cuales analizaremos para luego realizar una comparación y posterior elección.

- Dara pharmaceutical packaging
- IMA PHARMA
- CAMPAK



¹⁷ Ver Anexo –11.2 Proveedores (Selección nueva Envasadora) 114

Factores Ponderados para selección de Proveedores

Utilizaremos el **método de los factores ponderados**¹⁸ en el cual identificamos los factores o criterios que pueden influir en la decisión, establecemos una ponderación (0-100%) para cada factor. Para cada alternativa de selección de Proveedores se asigna una puntuación en una escala predeterminada. Luego se obtiene la calificación global de cada alternativa haciendo la sumatoria de cada peso de factor multiplicado por la puntuación de cada alternativa. La opción con mayor puntuación es la más recomendada.

Factores a tener en cuenta¹⁹

- Costo de la maquina
- Velocidad de llenado
- Localización de la empresa
- Confiabilidad
- Velocidad de llenado

Tabla 23: Elección de Proveedor - Factores ponderados

Factores	Ponderacion	Dara pharmaceutical packaging			IMA PHARMA			CAMPAK		
		Valor	Puntaje	Resultado	Valor	Puntaje	Resultado	Valor	Puntaje	Resultado
Costo de la Maquina	30%	USD 245.000	7	2,1	USD 290.000	4	1,2	USD 260.000	6	1,8
Velocidad de llenado	25%	6000 Un/Hs	5	1,25	6000 Un/Hs	5	1,25	5400 Un/Hs	4	1
Localizacion de la Empresa	15%	Europa	4	0,6	Europa/America	5	0,75	Europa	4	0,6
Confiabilidad	25%	Media/Baja	2	0,5	Media	3	0,75	Alta	5	1,25
Volumenes de dosificacion (Capacidad Maxima)	5%	250ml	3	0,15	500ml	5	0,25	250ml	3	0,15
Totales	100%			4,6			4,2			4,8

Según los resultados obtenidos mediante el método de ponderación, llegamos a la conclusión que el mejor Proveedor es CAMPAK y la llenadora que compraremos será la CAM LA.²⁰



¹⁸ Fuente: Materia Logística Industrial

¹⁹ Ver Anexo 11.8 - Factores ponderados (En detalle) 138

²⁰ Ver Anexo 11.3 - Ficha técnica Nueva Envasadora 120

7.5. Proceso productivo en línea con nueva Llenadora – Mejora 2

7.5.1. Descripción del proceso productivo

El proceso productivo no sufre modificaciones en relación a la mejora 1. Los perfeccionamientos se observan en los tiempos de producción y por ende en la productividad al implementar el cambio de la llenadora actual por la Cam LA que cuenta con una capacidad de 5400 Unid/hs.

7.5.2. Diagrama del Proceso Productivo

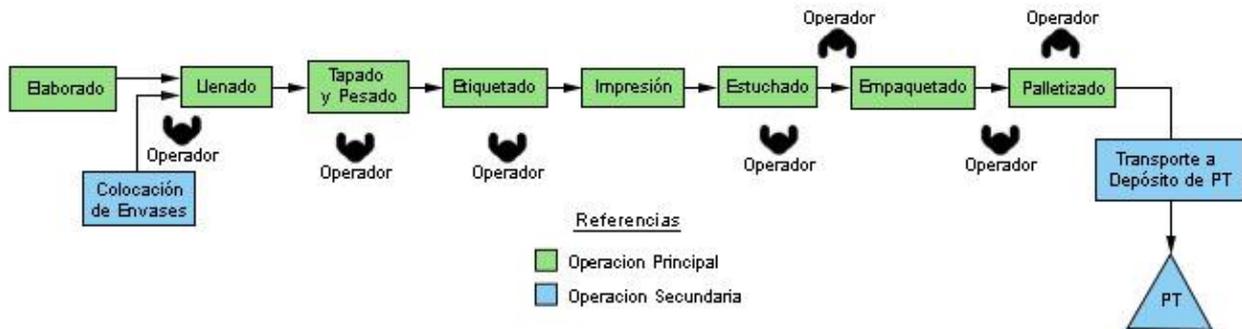


Ilustración 25: Diagrama de proceso productivo mejora 2

PT: Producto Terminado

7.5.3. Estudio de Tiempos

Diagrama de Flujo del Proceso Productivo con Tiempos.

Como puede observarse a continuación se confeccionó el diagrama de flujo del proceso productivo en línea (Mejora 2) utilizando los símbolos de la norma ASME²¹

Descripcion		▼	➔	●	■	◐	Tiempo Medio
1	Traslado de MP al cuarto de elaborado						14,92
2	Carga del (RP) con agua y azucar						22,58
3	Filtrado en el Reactor Principal 2 (RP2)						10,55
4	Llenado de RP2 con MP						20,00
5	Limpieza del (RP1)						20,00
6	Elaborado del jarabe en (RP2)						720,00
7	Trasvaso de Jbe del (RP2) al Reac Interm (RI)						10,10
8	Limpieza del (RP2)						20,00
9	Llenado de Uninades						370,00
10	Pesaje del 100% de las unidades						0,00
11	Etiquetado						202,00
12	Estuchado						303,00
13	Colocacion de lote y vencimiento						10,83
14	Control de Impresion						0,00
15	Empaquetado						91,87
16	Armado de pallet x 34						408,00
17	Traslado al deposito x 34 Pallets						170,57
18	Almacenamiento del Producto Terminado						0,00

Ilustración 26: Flujo de Procesos con Tiempos mejora 2

A continuación se detallan los tiempos de producción.

Tabla 24: Tiempos mejora 2

Concepto	Tiempo	Porcentaje
Tiempo Básico:	2394,42 min	100%
Tiempo Productivo:	2208,93 min	92%
Tiempo Transporte:	185,48 min	8%
Tiempo Demora:	0 min	0%

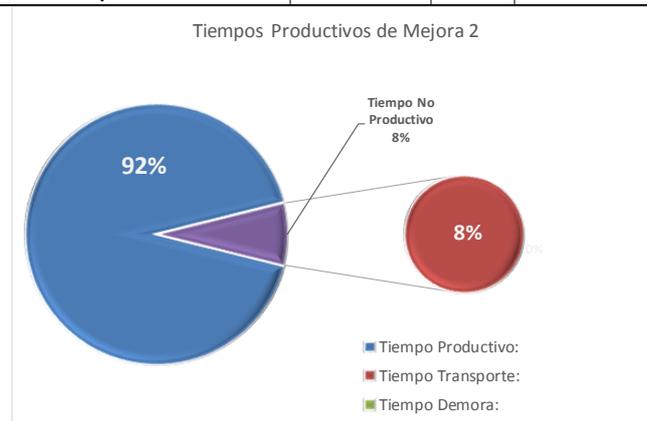


Gráfico 12: Tiempos mejora 2

²¹ Ver Anexo 11.11 - Medición de Tiempos – MEJORA 2. 144

Luego de la segunda mejora el tiempo básico se mejora, reduciendo el tiempo productivo en 548 min con el cambio de maquinaria. El tiempo no productivo se mantiene sin variación.

Programación de la producción

Partiendo de los datos obtenidos en el estudio de tiempos se elaboró la programación de la producción de una semana²², comparándolos con la estimación de la demanda calculada con anterioridad, se obtuvo la relación entre la estimación de la producción y de ventas para los años correspondientes al proyecto.

Dando como resultado una producción de 9 lotes semanales terminando el sábado a media mañana, teniendo en cuenta el 12% de suplementos²³ la producción final por semana es de 7,92 lotes, esto equivale a 0,64 días por lote.

Tabla 25: Programación de la producción mejora 2

Año	Demanda Mensual (Lotes)	Demanda Semanal (Lotes)	Producción Max Semanal (Lotes)
2017	20	4,98	7,92
2018	23	5,81	7,92
2019	26	6,56	7,92
2020	28	7,11	7,92
2021	30	7,59	7,92

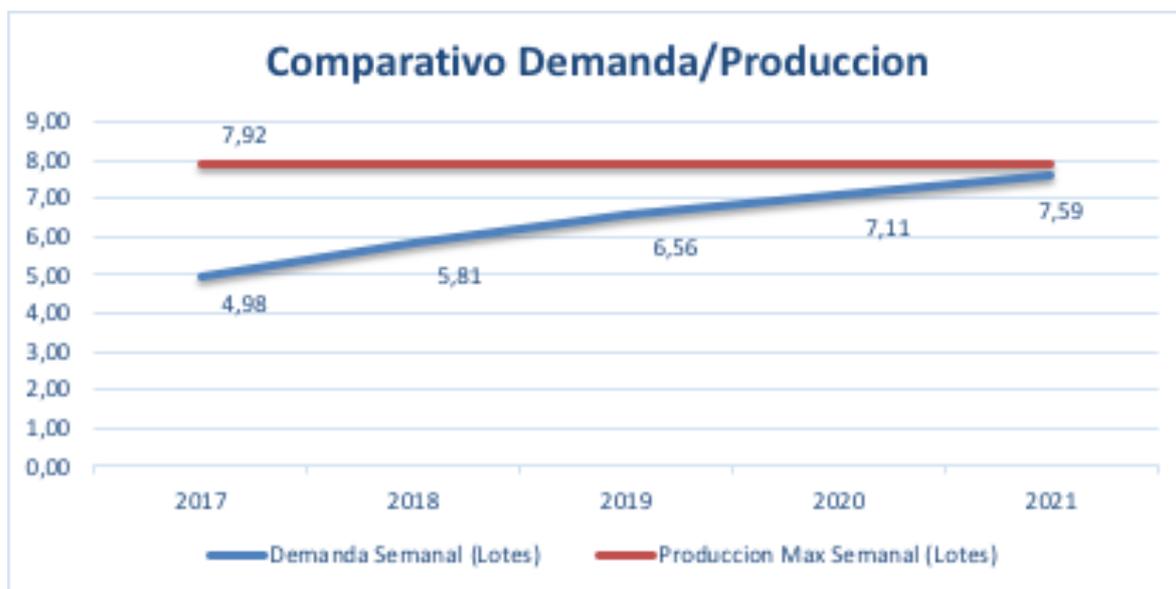


Gráfico 13: Programación de la producción mejora 2

²² Ver Anexo 11.16 - Programación de la Producción. Mejora 2. 150

²³ Ver Anexo 11.11.1 - Suplementos – Mejora 2. 145

Conclusiones Estudio de Tiempos – Mejora 2

La compra de la nueva envasadora adiciona a las ventajas logradas con la mejora 1:

- Aumento de la capacidad productividad
- Disminución del tiempo por lote.
- Permite a la empresa cumplir con la demanda proyectada para los próximos años sin tener que incurrir en nuevos costos.

A partir de la programación de la producción se calcularon los nuevos tiempos y capacidades de producción, estos permiten cumplir con la demanda proyectada hasta el año 2021

7.5.4. Simulación del proceso productivo

Como ya se ha mencionado, se simulo la producción de una semana teniendo en cuenta en este caso los cambios de la Mejora 2, es decir con la nueva envasadora.

Resultados de la simulación (MEJORA 2)²⁴

A continuacion mostraremos los resultados obtenidos a lo largo de una semana de produccion.

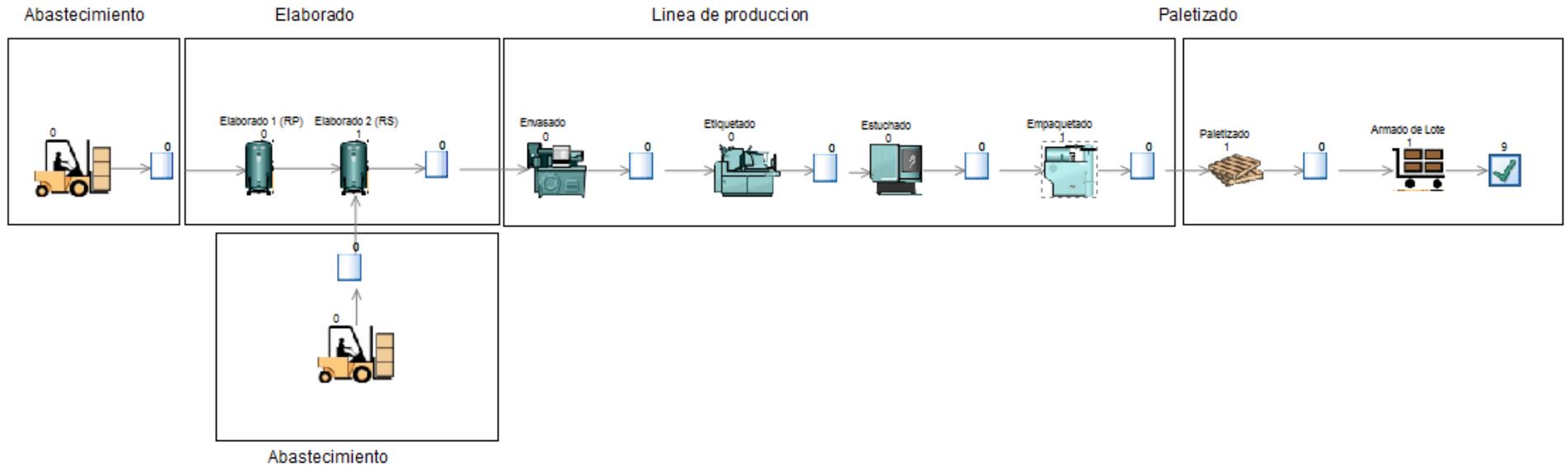


Ilustración 27: Simulación mejora 2

²⁴ Ver Anexo 11.7 - Cambio de máquina y resultados de la simulación (Mejora 2). 136

7.5.5. Conclusiones Simulación del proceso productivo – Mejora 2

- Mejora 2 viable para su implementación.
- El cambio de la Envasadora logró un aumento de la producción de la línea, si bien sigue siendo la maquina con menor capacidad productiva, ésta es suficiente para cumplir con la demanda del cliente.
- Las máquinas de Etiquetado, Estuchado y Empaquetado siguen trabajando con una capacidad ociosa pero menor a la de la MEJORA 1.
- La simulación dio como resultado 9 lotes por semana, una vez tenido en cuenta el porcentaje restado debido a interrupciones por demora o averías en las maquinas. Podemos concluir que se logra abastecer la demanda.

7.6. Costeo de Lote Antes de las Modificaciones

A continuación se detallan los costos variables involucrados en la fabricación de un lote. Que servirán de base para el desarrollo del estudio Económico-Financiero

Costos Variables						
Energía Eléctrica						
	Consumo [KWh]	hr/lote	KWh/lote	\$/KWh	\$/lote	\$/unidad
React. Ppal	1,50	12,900	19,350	1,2	\$ 23,22	\$ 0,0007145
6 React Interm	3,00	0,900	2,700	1,2	\$ 3,24	\$ 0,0000997
Llenado	3,00	15,150	45,450	1,2	\$ 54,54	\$ 0,0016782
Etiquetado	1,30	3,700	4,810	1,2	\$ 5,77	\$ 0,0001776
Estuchado	1,75	5,050	8,838	1,2	\$ 10,61	\$ 0,0003263
Empaquetado	1,80	1,533	2,760	1,2	\$ 3,31	\$ 0,0001019
Iluminacion	0,60	25,433	15,260	1,2	\$ 18,31	\$ 0,0005635
Iluminacion Rea	1,00	12,900	12,900	1,2	\$ 15,48	\$ 0,0004763
TOTAL	13,95	64,667	902,1		\$ 119,00	\$ 0,0036616
Agua						
		lts/lote	m3/lote	\$/m3	\$/lote	\$/unidad
Elaboracion		2500	2,5	8,04	\$ 20,10	\$ 0,0006185
Limpieza		750	0,75	8,04	\$ 6,03	\$ 0,0001855
TOTAL					\$ 26,13	\$ 0,0008040
Total Servicios					\$ 145,13	\$ 0,0045
Mano de Obra						
	Cant	Sueldo Bruto	Tot/mes	\$/hr	\$/lote	\$/unidad
Supervisor	3	65.000,00	195.000,00	393,15	\$ 13.000,00	\$ 0,40
Operario	33	25.000,00	825.000,00	1.663,31	\$ 55.000,00	\$ 1,69
Total MOD					\$ 68.000,00	\$ 2,09
Insumos						
					\$/lote	\$/unidad
Produccion		barbijo, zapatos			\$ 150,00	\$ 0,00462
Limpieza		Detergente			\$ 75,00	\$ 0,00231
Mantenimiento		Conectores de manguera, correas			\$ 150,00	\$ 0,00462
Calidad		Instrumento Lab			\$ 200,00	\$ 0,00615
Total Insumos					\$ 575,00	\$ 0,01769
Tot de Cs.Var sin MOD					\$ 720,13	\$ 0,022
Tot de Cs.Var con MOD					\$ 68.720,13	\$ 2,11

Tabla 26: Costos variables antes de modificaciones

7.7. Costeo del Lote Después de Modificaciones

Costos Variables						
Energia Electrica						
	Consumo [KWh]	hr/lote	KWh/lote	\$/KWh	\$/lote	\$/unidad
React. Ppal 1	1,50	0,550	0,825	1,2 \$	0,99 \$	0,0000305
React. Ppal 2	2,00	12,483	24,967	1,2 \$	29,96 \$	0,0009219
React. Interm	1,50	6,333	9,500	1,2 \$	11,40 \$	0,0003508
Llenado	3,00	12,000	36,000	1,2 \$	43,20 \$	0,0013292
Etiquetado	1,30	12,000	15,600	1,2 \$	18,72 \$	0,0005760
Estuchado	1,75	12,000	21,000	1,2 \$	25,20 \$	0,0007754
Empaquetado	1,80	12,000	21,600	1,2 \$	25,92 \$	0,0007975
Iluminacion	1,50	12,000	18,000	1,2 \$	21,60 \$	0,0006646
Iluminacion Rea	1,00	12,483	12,483	1,2 \$	14,98 \$	0,0004609
TOTAL	15,35	91,850	1409,8975		191,97 \$	0,0059068
Agua						
		lts/lote	m3/lote	\$/m3	\$/lote	\$/unidad
Elaboracion		2500	2,5	8,04 \$	20,10 \$	0,00
Limpieza		1000	1	8,04 \$	8,04 \$	0,00
TOTAL					28,14 \$	0,00
Total Servicios					220,11 \$	0,0068 \$
Mano de Obra						
	Cant	Sueldo Bruto	Tot/mes	\$/hr	\$/lote	\$/unidad
Supervisor	3	65.000,00	195.000,00	393,15 \$	6.250,00 \$	0,1923
Operario	21	25.000,00	525.000,00	1.058,47 \$	16.826,92 \$	0,5178
Tota MOI					23.076,92 \$	0,7101 \$
Insumos						
					\$/lote	\$/unidad
Produccion		barbijo, zapatos			140,00 \$	0,00431
Limpieza		Detergente			75,00 \$	0,00231
Mantenimiento		Conectores de manguera, correas			150,00 \$	0,00462
Calidad		Instrumento Lab			200,00 \$	0,00615
Total Insumos					750,00 \$	0,01738 \$
Tot de Cs.Var sin MOD					970,11 \$	0,030 \$
Tot de Cs.Var con MOD					24.047,03 \$	0,74 \$

Tabla 27: Costos variables después de las modificaciones

7.8. Conclusiones del estudio técnico

Como conclusión de este estudio, a continuación se detallan los valores finales alcanzados para cada uno de los estudios realizados y el porcentaje de mejora logrado en cada caso.

	Antes	Mejora 1		Mejora 2		
	Valor	Valor	% Comparativo Antes	Valor	% Comparativo Mejora 1	% Comparativo Antes
Tipo de Produccion	Cuartos	Continua	-	Continua	-	-
Tiempo por lote [días/lote]	1,44	0,81	43,75%	0,64	20,99%	55,56%
Mano de Obra [operarios]	11	7	36,36%	7	0,00%	36,36%
Cap productiva max [lotes/sem]	3,52	6,16	75,00%	7,92	28,57%	125,00%
Costo por lote [\$/lote]	68720,13	24047,03	65,01%	23992,68	0,23%	65,09%
Transportes por lote [metros]	2112,4	479,74	77,29%	479,74	0,00%	77,29%

Tabla 28: Conclusiones del estudio técnico

Podemos observar que la capacidad máxima de producción del proyecto mejora en un 125%, permitiéndonos una mejor adaptación al mercado creciente. Esto es consecuencia, entre otras cosas, del cambio en el tipo de elaboración, dejando la producción en procesos de lado para convertirla en producción continua, lo cual también afecta positivamente a la cantidad de traslados involucrados en la producción logrando una reducción de un 77%.

También se ve una mejoría en cuanto a los costos variables con una reducción del 65%, lo cual a su vez aumenta la productividad. Esta reducción de costos se debe en parte a la disminución del personal involucrado en la línea productiva.

En base a los estudios y cambios realizados para lograr el objetivo de la cantidad de unidades a producir, junto con los tiempos y capacidades necesarias para lograrlo, vemos que cada uno de los resultados fueron favorables.

Se estima un tiempo de implementación de entre 6 a 8 meses.

7.9. Inversiones

Como parte del estudio técnico, se determinaron diferentes alternativas para mejorar el proceso productivo del laboratorio con el fin de lograr los objetivos propuestos. Muchas de esas alternativas planteadas no requieren ninguna inversión monetaria, sino que son solamente cambios operacionales y/o nuevas tareas.

Por otro lado, el proyecto involucra ciertas inversiones, siendo estas;

Tabla 29: Inversiones

Inversión	Costo U\$D
Capital de Trabajo	3.052
Reactor Intermedio	100.000
Llenadora	260.000
Gastos de importación de Llenadora	20.000
Flete del Reactor	500
Capacitaciones	2.500
Obra civil para reestructuración de la Planta	55.000
Total	441.052

8. Estudio Económico-Financiero

Para el análisis económico del proyecto se estudió el punto de equilibrio a partir del cual obtuvimos la cantidad mínima de ventas para que el proyecto sea viable.

La factibilidad financiera del proyecto se estudió mediante los métodos de TIR, VAN y Payback utilizando los Flujos de Fondo incrementales derivados de los estudios anteriores.

8.1. Moneda de Análisis

El estudio económico y financiero desarrollado a continuación está expresado en Pesos Argentinos, asumiendo precios constantes para luego analizar el efecto inflacionario en el análisis de sensibilidad que se desarrolla más adelante.

8.2. Análisis del Punto de Equilibrio

Para poder confeccionar el siguiente análisis se procedió a calcular el nivel de venta necesario para hacerle frente a la inversión y costos asociados. Esta cantidad se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$B = \text{Precio} * Q - (\text{Inversion} + \text{Costos Fijos} + \text{Costos Variables} * Q)$$

A partir de la ecuación antes mencionada calculamos la cantidad Q considerando un beneficio nulo.

$$Q = \frac{\text{Inversion} + \text{Costos Fijos}}{\text{Precio} - \text{Costo Variable}} = \frac{\$ 7.947.760,00}{\$/un 3,38 - \$/un 0,74} = 3.011.477,67 \text{ un}$$

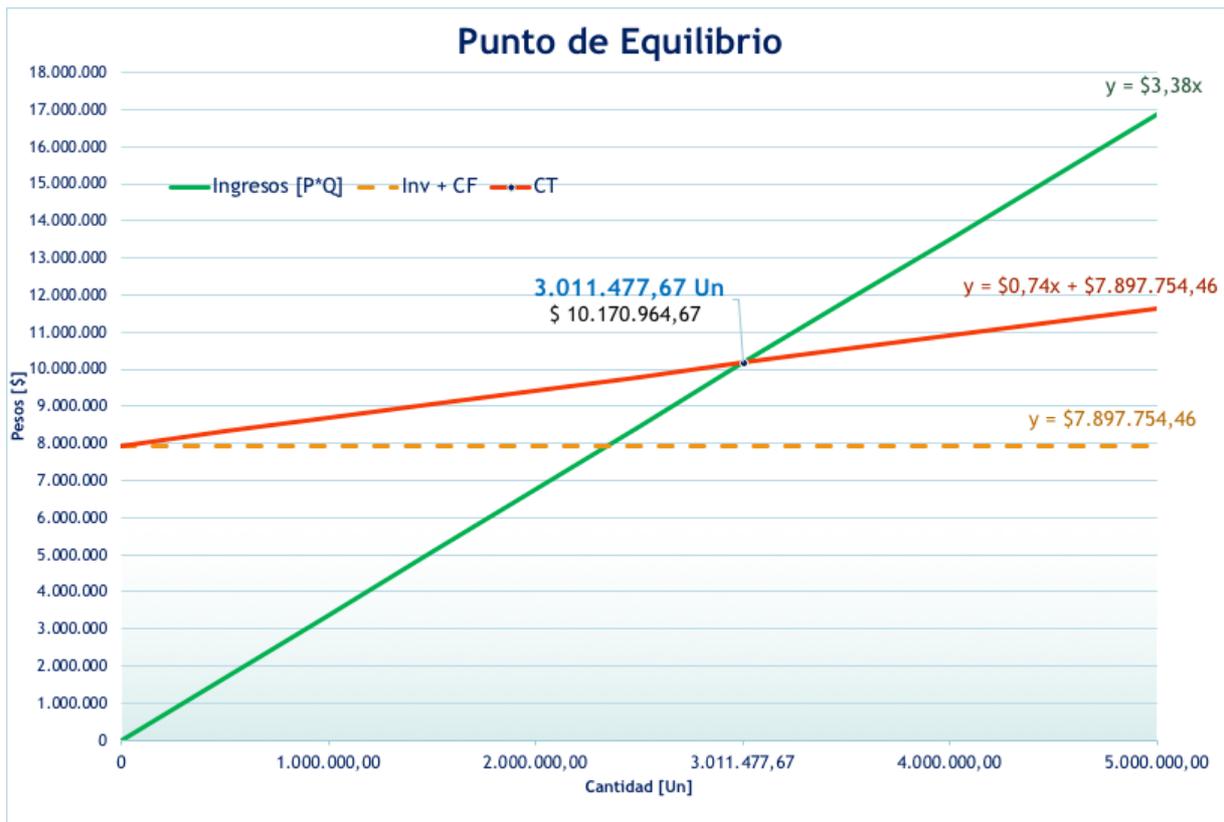


Gráfico 14: Punto de equilibrio

Como se puede observar en el gráfico la cantidad correspondiente al punto de equilibrio es de 3.011.477,67 unidades, a partir del cual los ingresos comienzan a superar a los costos, es decir que los beneficios serán a ser mayores a cero.²⁵

Teniendo en cuenta que la demanda proyectada ronda por encima de las 9 millones de unidades, las cantidades obtenidas en el punto de equilibrio no representan un porcentaje significativo del total de ventas.

8.3. Horizonte de Evaluación

El proyecto, a través de los distintos estudios realizados, propone los siguientes cambios e incorporaciones para lograr el cumplimiento de las necesidades de Pfizer.

- Obra Civil para la redistribución del proceso productivo
- Compra de maquinaria: Reactor y Llenadora
- Instalación de la maquinaria

²⁵ Ver Anexo 11.17 - Datos punto de equilibrio. 151

El proyecto no modifica los costos fijos ya que se utiliza la estructura actual de la empresa, por lo que no se toman en cuenta para el análisis del estudio financiero.

8.4. Financiación

El proyecto analizado será financiado 50% de Capital Externo y 50% Capital Propio a la empresa.

Por un lado tomaremos el 50% de capital externo de un préstamo a pagar en un plazo de 4 años y con una tasa de interés del 29,33% en el **Banco de la Provincia de Buenos Aires**, para proyectos de inversión destinados a la adquisición de bienes de capital nuevos y usados, nacionales y extranjeros, obra civil, tecnología y/o servicios para ser aplicados a la producción de bienes y servicios.

EL capital restante (50%) será proporcionado por Laborax, asignándole un costo de oportunidad del capital de 26%, según datos históricos proporcionados por la empresa.

8.5. Tasa de costo de Capital²⁶

Como explicamos anteriormente financiaremos la mitad del proyecto con capital propio a la empresa y la otra mitad con capital externo, es por esto que resulta imprescindible el cálculo del Costo Medio Ponderado de capital conocido como WACC para conocer la tasa de descuento para los flujos de fondos anuales.

A continuación se procede a calcular la tasa de costo de capital del proyecto con todas las variables que intervienen en él:

$$WACC = K_s * \frac{PN}{A} + K_d * \frac{P}{A} * (1 - t) = 22,53\%$$

- Ks: Costo de oportunidad del capital, 26%.
- PN/A: Porcentaje de capital propio de la empresa, 50%.
- Kd: Tasa del préstamo, 29,33%.
- P/A: Porcentaje de capital financiado, 50%.
- 1-t: Escudo fiscal, tomando tasa de impuesto a las ganancias de 35%.

²⁶ Ver Anexo 11.18 - Tasa de costo de capital. 152

8.6. Flujo de Fondos

Luego de analizar todo lo relacionado a las inversiones, costeo de lotes, punto de equilibrio y financiación de proyecto, se desarrolla a continuación el flujo de fondos antes y después de la incorporación de los cambios estudiados, así como también la diferencia entre ellos para el estudio de los costos e ingresos que se incrementan como consecuencia del proyecto.

Los supuestos para el armado del esquema del proyecto de inversión son:

- Horizonte de Análisis: 4 años
- Periodos anuales
- Moneda: Pesos Argentinos
- Moneda fija: Se asumen precios constantes, no se considera la inflación.
- Valor del dólar según proyección anual.
- Impuesto a las ganancias del 35%
- Impuesto a ingresos brutos 1,5%
- Tasa de Corte: 22,53% (WACC)

8.6.1. Antes de las Modificaciones

Tabla 30: Flujo de fondos antes de modificaciones

VIDA UTIL	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
INGRESOS					
Unidades		4.280.277,20	4.730.832,69	5.181.388,19	5.462.985,37
Precio Unitario		\$ 5,700	\$ 5,700	\$ 5,700	\$ 5,700
Total Ingresos antes de impuestos		\$ 24.397.580,02	\$ 26.965.746,34	\$ 29.533.912,66	\$ 31.139.016,61
Ingresos Brutos (1,5%)		\$ (365.963,70)	\$ (404.486,20)	\$ (443.008,69)	\$ (467.085,25)
Total de Ingresos		\$ 24.031.616,32	\$ 26.561.260,14	\$ 29.090.903,97	\$ 30.671.931,36
COSTO VARIABLES					
Energia Electrica		\$ (17.711,44)	\$ (19.575,80)	\$ (21.440,16)	\$ (22.605,39)
React. Ppal		\$ (3.058,12)	\$ (3.380,03)	\$ (3.701,94)	\$ (3.903,13)
6 React Interm		\$ (426,71)	\$ (471,63)	\$ (516,55)	\$ (544,62)
Llenado		\$ (7.183,04)	\$ (7.939,14)	\$ (8.695,25)	\$ (9.167,82)
Etiquetado		\$ (760,18)	\$ (840,20)	\$ (920,22)	\$ (970,24)
Estuchado		\$ (1.396,70)	\$ (1.543,72)	\$ (1.690,74)	\$ (1.782,63)
Empaquetado		\$ (436,20)	\$ (482,11)	\$ (528,03)	\$ (556,73)
Iluminacion		\$ (2.411,73)	\$ (2.665,60)	\$ (2.919,46)	\$ (3.078,13)
Iluminacion Reactor		\$ (2.038,75)	\$ (2.253,35)	\$ (2.467,96)	\$ (2.602,09)
Agua		\$ (3.441,38)	\$ (3.803,63)	\$ (4.165,88)	\$ (4.392,28)
Elaboracion		\$ (2.647,21)	\$ (2.925,87)	\$ (3.204,52)	\$ (3.378,68)
Limpieza		\$ (794,16)	\$ (877,76)	\$ (961,36)	\$ (1.013,60)
Insumos		\$ (75.728,74)	\$ (83.700,18)	\$ (91.671,63)	\$ (96.653,78)
Produccion		\$ (19.755,32)	\$ (21.834,83)	\$ (23.914,34)	\$ (25.214,03)
Limpieza		\$ (9.877,66)	\$ (10.917,42)	\$ (11.957,17)	\$ (12.607,02)
Mantenimiento		\$ (19.755,32)	\$ (21.834,83)	\$ (23.914,34)	\$ (25.214,03)
Calidad		\$ (26.340,43)	\$ (29.113,11)	\$ (31.885,78)	\$ (33.618,71)
Mano de Obra		\$ (598.533,01)	\$ (598.533,01)	\$ (598.533,01)	\$ (598.533,01)
Supervisor		\$ (114.425,43)	\$ (114.425,43)	\$ (114.425,43)	\$ (114.425,43)
Operario		\$ (484.107,58)	\$ (484.107,58)	\$ (484.107,58)	\$ (484.107,58)
Otros Gastos		\$ (26.936,00)	\$ (29.627,00)	\$ (31.759,00)	\$ (33.514,00)
Otros		\$ (6.216,00)	\$ (6.837,00)	\$ (7.329,00)	\$ (7.734,00)
Viajes		\$ (20.720,00)	\$ (22.790,00)	\$ (24.430,00)	\$ (25.780,00)
Total Costos Variables		\$ (722.350,56)	\$ (735.239,62)	\$ (747.569,68)	\$ (755.698,46)
Utilidad Operativa		\$ 23.309.265,76	\$ 25.826.020,53	\$ 28.343.334,29	\$ 29.916.232,89

8.6.2. Después de las Modificaciones

Tabla 31: Flujo de fondos después de las modificaciones

VIDA UTIL	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
INGRESOS					
Unidades		9.302.438,87	10.496.174,88	11.372.699,01	12.151.448,48
Precio Unitario		\$ 3,38	\$ 3,38	\$ 3,38	\$ 3,38
Total Ingresos antes de impuestos		\$ 31.418.057,02	\$ 35.449.781,03	\$ 38.410.153,64	\$ 41.040.302,11
Ingresos Brutos (1,5%)		\$ (471.270,86)	\$ (531.746,72)	\$ (576.152,30)	\$ (615.604,53)
Total de Ingresos		\$ 30.946.786,17	\$ 34.918.034,32	\$ 37.834.001,34	\$ 40.424.697,57
COSTO VARIABLES					
Energía Electrica		\$ (39.391,21)	\$ (44.446,09)	\$ (48.157,74)	\$ (51.455,36)
React. Ppal 1		\$ (283,37)	\$ (319,73)	\$ (346,43)	\$ (370,16)
React. Ppal 2		\$ (8.575,50)	\$ (9.675,96)	\$ (10.483,98)	\$ (11.201,88)
React. Interm		\$ (3.263,04)	\$ (3.681,77)	\$ (3.989,23)	\$ (4.262,40)
Llenado		\$ (9.531,52)	\$ (10.754,65)	\$ (11.652,76)	\$ (12.450,69)
Etiquetado		\$ (2.753,55)	\$ (3.106,90)	\$ (3.366,35)	\$ (3.596,86)
Estuchado		\$ (3.706,70)	\$ (4.182,36)	\$ (4.531,63)	\$ (4.841,93)
Empaquetado		\$ (3.812,61)	\$ (4.301,86)	\$ (4.661,10)	\$ (4.980,27)
Iluminacion		\$ (3.177,17)	\$ (3.584,88)	\$ (3.884,25)	\$ (4.150,23)
Iluminacion Reactor		\$ (4.287,75)	\$ (4.837,98)	\$ (5.241,99)	\$ (5.600,94)
Agua		\$ (8.054,56)	\$ (9.088,16)	\$ (9.847,11)	\$ (10.521,39)
Elaboracion		\$ (5.753,26)	\$ (6.491,55)	\$ (7.033,65)	\$ (7.515,28)
Limpieza		\$ (2.301,30)	\$ (2.596,62)	\$ (2.813,46)	\$ (3.006,11)
Insumos		\$ (214.673,81)	\$ (242.221,84)	\$ (262.449,52)	\$ (280.420,85)
Produccion		\$ (85.869,53)	\$ (96.888,74)	\$ (104.979,81)	\$ (112.168,34)
Limpieza		\$ (28.623,18)	\$ (32.296,25)	\$ (34.993,27)	\$ (37.389,45)
Mantenimiento		\$ (42.934,76)	\$ (48.444,37)	\$ (52.489,90)	\$ (56.084,17)
Calidad		\$ (57.246,35)	\$ (64.592,49)	\$ (69.986,54)	\$ (74.778,89)
Mano de Obra - MOD		\$ (422.493,89)	\$ (422.493,89)	\$ (422.493,89)	\$ (422.493,89)
Supervisor		\$ (114.425,43)	\$ (114.425,43)	\$ (114.425,43)	\$ (114.425,43)
Operario		\$ (308.068,46)	\$ (308.068,46)	\$ (308.068,46)	\$ (308.068,46)
Otros Gastos		\$ (26.936,00)	\$ (29.627,00)	\$ (31.759,00)	\$ (33.514,00)
Otros		\$ (6.216,00)	\$ (6.837,00)	\$ (7.329,00)	\$ (7.734,00)
Viajes		\$ (20.720,00)	\$ (22.790,00)	\$ (24.430,00)	\$ (25.780,00)
Total Costos Variables		\$ (711.549,48)	\$ (743.039,01)	\$ (769.465,26)	\$ (792.804,54)
Utilidad Operativa		\$ 30.235.236,69	\$ 34.174.995,31	\$ 37.064.536,07	\$ 39.631.893,03

8.6.3. Incremental Después - Antes

A partir de los estudios y los consecuentes flujos de fondos, antes y después del proyecto, realizamos una comparación entre ambos obteniendo el flujo de fondos incremental teniendo en cuenta la inversión.

Tabla 32: Flujo de fondos incremental

VIDA UTIL	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
INGRESOS					
Unidades		5.022.161,67	5.765.342,19	6.191.310,83	6.688.463,11
Precio		\$ (2,32)	\$ (2,32)	\$ (2,32)	\$ (2,32)
Total Ingresos antes de impuestos		\$ 7.020.477,00	\$ 8.484.034,69	\$ 8.876.240,98	\$ 9.901.285,50
Ingresos Brutos (1,5%)		\$ (105.307,16)	\$ (127.260,52)	\$ (133.143,61)	\$ (148.519,28)
Total de Ingresos		\$ 6.915.169,85	\$ 8.356.774,17	\$ 8.743.097,37	\$ 9.752.766,22
COSTO VARIABLES					
Energia Electrica		\$ (21.679,78)	\$ (24.870,29)	\$ (26.717,58)	\$ (28.849,97)
React. Ppal		\$ (5.800,75)	\$ (6.615,66)	\$ (7.128,48)	\$ (7.668,90)
React. Interm		\$ (2.836,33)	\$ (3.210,14)	\$ (3.472,68)	\$ (3.717,77)
Llenado		\$ (2.348,48)	\$ (2.815,51)	\$ (2.957,51)	\$ (3.282,86)
Etiquetado		\$ (1.993,36)	\$ (2.266,69)	\$ (2.446,13)	\$ (2.626,63)
Estuchado		\$ (2.310,00)	\$ (2.638,64)	\$ (2.840,88)	\$ (3.059,30)
Empaquetado		\$ (3.376,41)	\$ (3.819,75)	\$ (4.133,07)	\$ (4.423,55)
Iluminacion		\$ (765,44)	\$ (919,29)	\$ (964,79)	\$ (1.072,10)
Iluminacion Reactor		\$ (2.249,00)	\$ (2.584,62)	\$ (2.774,03)	\$ (2.998,85)
Agua		\$ (4.613,18)	\$ (5.284,54)	\$ (5.681,23)	\$ (6.129,11)
Elaboracion		\$ (3.106,04)	\$ (3.565,68)	\$ (3.829,13)	\$ (4.136,60)
Limpieza		\$ (1.507,14)	\$ (1.718,86)	\$ (1.852,10)	\$ (1.992,51)
Insumos		\$ (138.945,07)	\$ (158.521,66)	\$ (170.777,89)	\$ (183.767,06)
Produccion		\$ (66.114,20)	\$ (75.053,91)	\$ (81.065,47)	\$ (86.954,31)
Limpieza		\$ (18.745,51)	\$ (21.378,83)	\$ (23.036,10)	\$ (24.782,43)
Mantenimiento		\$ (23.179,44)	\$ (26.609,54)	\$ (28.575,57)	\$ (30.870,14)
Calidad		\$ (30.905,92)	\$ (35.479,38)	\$ (38.100,76)	\$ (41.160,18)
Mano de Obra - MOD		\$ 176.039,12	\$ 176.039,12	\$ 176.039,12	\$ 176.039,12
Supervisor		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Operario		\$ 176.039,12	\$ 176.039,12	\$ 176.039,12	\$ 176.039,12
Otros Gastos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Otros		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Viajes		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total Costos Variables		\$ 10.801,09	\$ (12.637,37)	\$ (27.137,58)	\$ (42.707,02)
Utilidad Operativa		\$ 6.925.970,93	\$ 8.344.136,80	\$ 8.715.959,79	\$ 9.710.059,20
INVERSIONES					
Capital de Trabajo	\$ 55.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Reactor Interm	\$ 1.802.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Llenadora	\$ 4.685.200	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de importacion de Llenadora	\$ 360.400	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flete del Reactor	\$ 9.010	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capacitaciones	\$ 45.050	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Obra civil para reestructuracion de la Planta	\$ 991.100	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total Inversiones	\$ 7.947.760,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos	\$ -	\$ 6.915.169,85	\$ 8.356.774,17	\$ 8.743.097,37	\$ 9.752.766,22
Egresos	\$ -	\$ 10.801,09	\$ (12.637,37)	\$ (27.137,58)	\$ (42.707,02)
Saldo Antes de Impuestos	\$ (7.947.760,00)	\$ 6.925.970,93	\$ 8.344.136,80	\$ 8.715.959,79	\$ 9.710.059,20
Impuesto a las Ganancias (35%)	\$ -	\$ (2.424.089,83)	\$ (2.920.447,88)	\$ (3.050.585,93)	\$ (3.398.520,72)
Flujo de Fondos Nominal	\$ (7.947.760,00)	\$ 4.501.881,11	\$ 5.423.688,92	\$ 5.665.373,86	\$ 6.311.538,48
Flujo de Fondos Actualizado	\$ (7.947.760,00)	\$ 3.674.037,74	\$ 4.426.335,86	\$ 4.623.577,76	\$ 5.150.920,25
Flujo de Fondos Actualizado Acumulado	\$ (7.947.760,00)	\$ (4.273.722,26)	\$ 152.613,60	\$ 4.776.191,36	\$ 9.927.111,61

8.7. Evaluación Financiera

8.7.1. Resultados Obtenidos

VAN

VAN	\$ 5.217.984,35
-----	-----------------

El Valor Actual Neto (VAN) consiste en actualizar los cobros y pagos del proyecto y calcular su diferencia. Para ello, toma todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a la tasa de corte, con lo cual se obtiene una medida de la rentabilidad del proyecto en términos de dinero. Se considera como criterio de aceptación del proyecto, que el Valor Actual Neto sea mayor a 0, como sucede en nuestro caso.

TIR

TIR	53,41%
-----	--------

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se compara contra la tasa de corte (22,53%). Buscándose como criterio de aceptación un TIR mayor a la Tasa de Corte.

PayBack

PAYBACK	1,451 años
---------	------------

El plazo de recuperación de la inversión del proyecto es aproximadamente de **1 año y 5 meses**. Siendo un valor aceptable, al estar dentro del periodo de vida útil del proyecto.

8.7.2. Análisis de Sensibilidad²⁷

A continuación se analizará el comportamiento del proyecto ante potenciales escenarios, en los que estudiaremos ciertas variables que son determinantes para él. Estas son, el precio de venta, la demanda después de las modificaciones, la mano de obra y la cotización del dólar.

Análisis de Sensibilidad de la Demanda

En la siguiente tabla se muestran los escenarios planteados, los valores asignados y los respectivos resultados obtenidos para cada supuesto.

Tabla 33: Sensibilidad de la demanda

Variables	Escenario Pesimista	Escenario Actual	Escenario Optimista
Demanda Desp de Modificaciones	-10,00%	0%	10,00%
Métodos de Evaluación			
VAN	\$ (437.702,65)	\$ 5.217.984,35	\$ 10.873.671,34
TIR	19,69%	53,41%	83,38%
PayBack	2 años y 6 meses	1 año y 5 meses	1 año

Este análisis demuestra que el proyecto es altamente sensible a la variación de la demanda.

En primer instancia se observa que reduciendo la demanda en un 10% el proyecto deja de ser rentable, dando como resultado un VAN negativo en consecuencia a una TIR menor a la tasa de corte (22,53%).

Para el escenario Optimista aumentamos la demanda un 10% (10.232.682,75 unidades), lo que dio como resultado una TIR un 56% mayor. En este caso el periodo de recuperación de la inversión disminuye 5 meses.

²⁷ Ver Anexo 11.19 - Análisis de Sensibilidad. 154

Análisis de Sensibilidad de la Mano de Obra

Tabla 34: Sensibilidad del costo de mano de obra

Variables	Escenario Pesimista	Escenario Actual	Escenario Optimista
Mano de Obra Desp de Modificaciones	35,00%	0%	-25,00%
Métodos de Evaluación			
VAN	\$ 4.980.639,97	\$ 5.217.984,35	\$ 5.387.516,04
TIR	52,06%	54,37%	54,37%
PayBack	1 año y 6 meses	1 año y 5 meses	1 año y 5 meses

Observando el escenario pesimista se ve claramente que el proyecto sigue siendo factible, incluso cuando aumenta la valorización de la mano de obra en un 35%. La TIR sigue siendo mayor a la tasa de corte (22,53%) y el periodo de recuperación de la inversión, tiene una variación mínima y sigue siendo menor a la vida útil del proyecto.

En el escenario optimista se analiza una reducción del costo de la mano de obra de un 25%, si bien las consecuencias sociales que lleven a un marco de esta índole son perjudiciales a nivel país, en lo que respecta al flujo de fondos es un escenario positivo porque lleva a una reducción de costos asociados a la producción. Este cambio sin embargo, no reduce el payback de mi proyecto.

En concreto, vemos que la variación del costo de la mano de obra no es un valor determinante para la realización del proyecto.

Análisis de Sensibilidad del Dólar

Se analizó la sensibilidad de la Inversión del proyecto en función de la variación de la cotización del dólar-

Tabla 35: Sensibilidad de la cotización del dólar

Variables	Escenario Pesimista	Escenario Actual	Escenario Optimista
Porcentaje Dólar	25,00%	0%	-15,00%
Valor Dólar	\$ 22,53	\$ 18,02	\$ 15,32
Inversión	\$ 9.934.700,00	\$ 7.947.760,00	\$ 6.755.596,00
Métodos de Evaluación			
VAN	\$ 3.231.044,35	\$ 5.217.984,35	\$ 6.410.148,35
TIR	38,44%	53,41%	65,93%
PayBack	1 año y 10 meses	1 año y 5 meses	1 año y 3 meses

Nuestra inversión depende directamente de la cotización del dólar, por lo que nuestro proyecto es sensible a su variación.

En el escenario Pesimista vemos que un 25% de aumento en la cotización de dólar implica un aumento en el costo de la inversión de 2 millones de pesos

Comparación TIR

A continuación podemos observar el comportamiento de la TIR a medida que varían las variables estudiadas anteriormente.

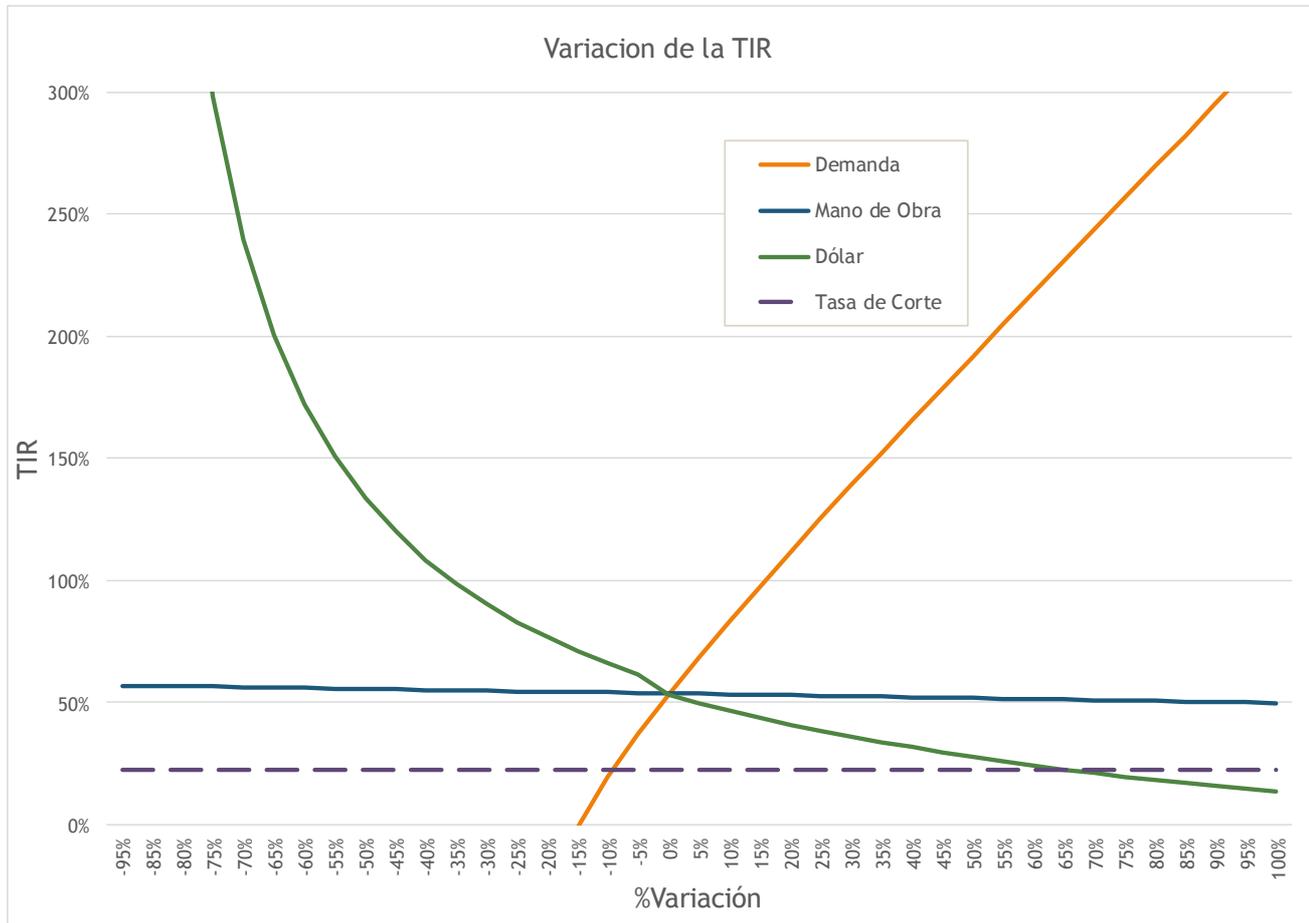


Gráfico 15: Comparativo TIR

Del gráfico se puede concluir rápidamente que la variación en el costo de la mano de obra no afecta al proyecto, ya que la TIR se mantiene prácticamente constante. Por otra parte, la cotización del dólar y la demanda producen una alta variación en la TIR a medida que aumenta la discrepancia con el escenario actual.

En el caso de la cotización del dólar, al aumentar, la tasa de retorno interno disminuye, lo que eventualmente causa que alcance un valor menor a la tasa de corte. Si por el contrario el precio del dólar bajara vemos que la TIR aumenta exponencialmente.

En cuanto a la demanda, vemos que hay un pequeño porcentaje en el cual esta variable puede disminuir sin comprometer a la realización del proyecto.

Comparación VAN

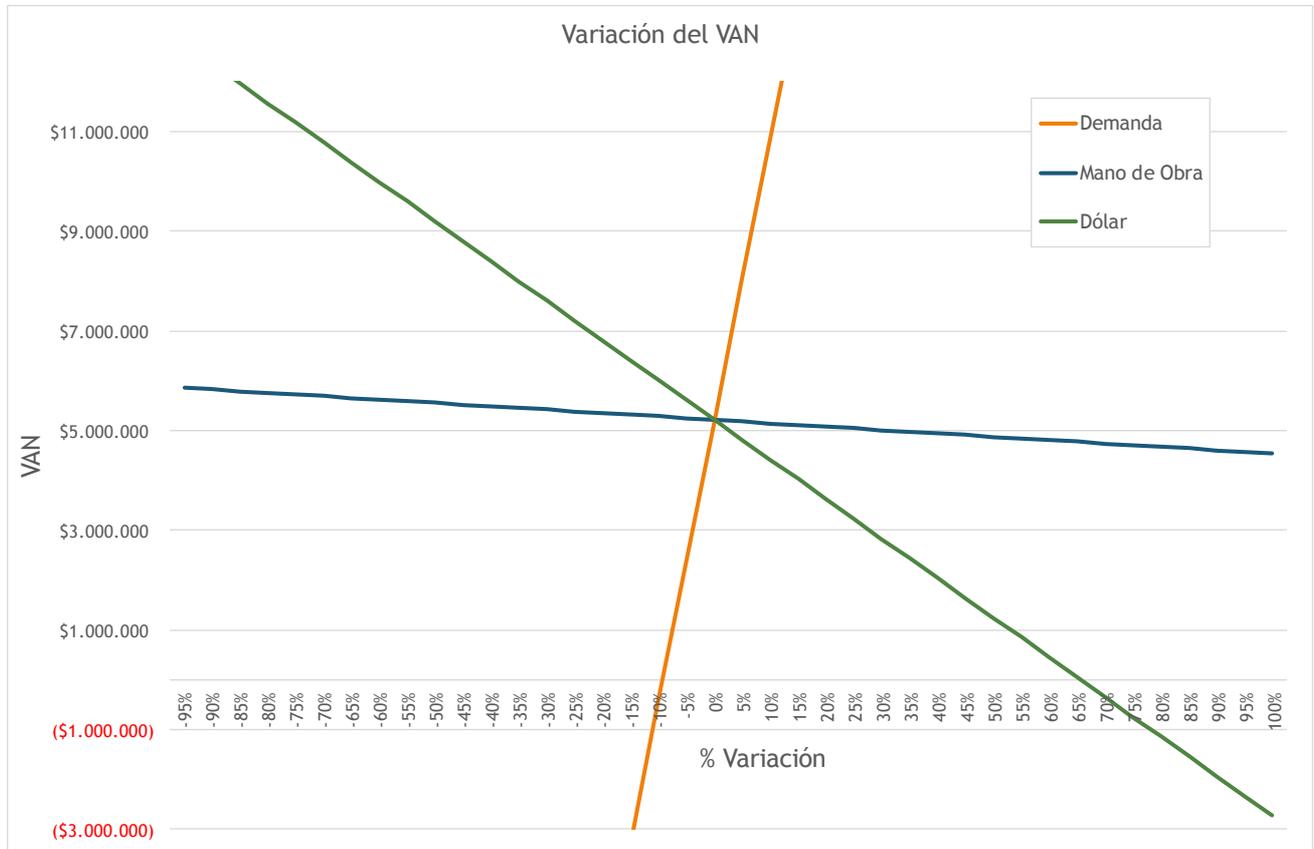


Gráfico 16: Comparativo VAN

A partir del gráfico anterior se puede volver a observar que la mano de obra no representa una variable sensible al proyecto. En cambio, la demanda posee una pendiente positiva de un módulo considerable, esto produce un gran cambio en el VAN a medida que se modifican las cantidades vendidas del producto.

Asimismo vemos que la variación del VAN producida por el cambio en la cotización del dólar tiene una pendiente negativa pero de un módulo inferior a la curva de la demanda. De igual forma, todas alcanzan eventualmente valores negativos, esto ocurre en los casos en la que la TIR es menor a la tasa de corte.

Comparación Payback

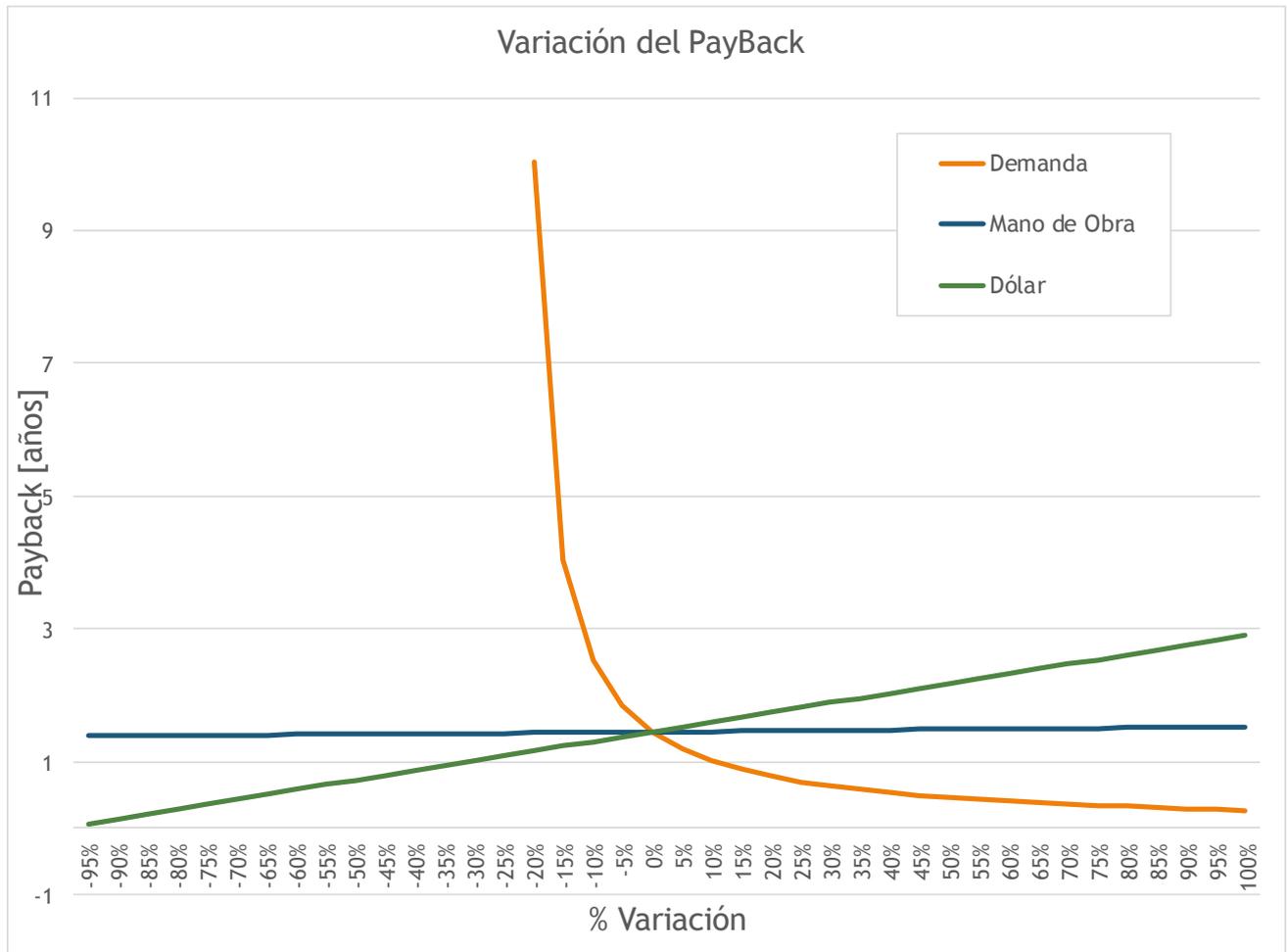


Gráfico 17: Comparativo Payback

A partir de este gráfico advertimos que la mayor variación en el payback se da debido a la demanda. En cuanto a la cotización del dólar y al costo de la mano de obra, vemos que sus comportamientos son lineales, siendo la más relevante, la correspondiente al dólar, por tener una mayor pendiente.

8.7.3. Conclusiones del Análisis Económico- Financiero

Teniendo en cuenta los análisis realizados, entre ellos, el punto de equilibrio, la sensibilidad de la demanda, costo de mano de obra y precio del dólar. Siendo el proyecto tan sensible a la demanda recomendamos que ante una disminución en esta, se ajuste el precio para poder seguir obteniendo un proyecto viable.

9. Conclusiones Generales

Las ineficiencias en el proceso productivo junto con la ocupación actual de la planta de envasado de líquidos le impiden al laboratorio incorporar nuevos clientes y absorber los nuevos pedidos en un mercado creciente. Por lo tanto, evaluando los resultados previamente expuestos es altamente recomendable realizar la inversión en el proyecto.

El proyecto que se evalúa actualmente presenta un resultado más que atractivo debido a que le otorga la posibilidad al laboratorio de aumentar significativamente la capacidad de producción utilizando la estructura actual de la empresa, es decir, sin incrementar los costos indirectos.

La incorporación de maquinaria adecuada acompañada de una reingeniería de procesos permitiría no solo aumentar la producción, optimizando el proceso productivo al disminuir las ineficiencias. Sino también reducir la necesidad de la mano de obra.

Habiendo expuesto los resultados esperados, concluimos que es **recomendable realizar la inversión** y las modificaciones estudiadas. Al mismo tiempo, se recomienda al directorio tener presente la sensibilidad de la demanda, de modo tal de poder tomar la decisión de aumentar o disminuir el precio según sea necesario.

10. Bibliografía

- BANCO MUNDIAL. [en línea]. [consulta 08 Septiembre 2018]. Disponible en: <http://www.bancomundial.org/>
- INDEC instituto Nacional de Estadística y Censos República argentina. [en línea]. [consulta 04 Junio 2017]. Disponible en: <https://www.indec.gob.ar/>
- INDEC instituto Nacional de Estadística y Censos República argentina –estimación y proyecciones de población Total del país. [en línea]. [consulta 04 Junio 2017]. Disponible en: “Proyeccionesyestimaciones_nac_2010_2040” <https://www.indec.gob.ar/>
- KPMG cutting through complexity – La industria farmacéutica argentina: presente y perspectivas. [en línea]. [consulta 07 Junio 2017]. Disponible en: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2014/12/La-industria-farmaceutica-argentina-presente-y-perspectivas.pdf>
- KPMG Industria Farmacéutica Argentina situación y perspectiva. [en línea]. [consulta 07 Junio 2017]. Disponible en: <http://www.pharmabiz.net/wp-content/uploads/2017/01/KPMGinforme2017.pdf>
- CILFA Cámara Industrial de Laboratorios Farmacéuticos Argentinos. [en línea]. [consulta 20 Julio 2017]. Disponible en: <http://www.cilfa.org.ar/>
- CILFA Cámara Industrial de Laboratorios Farmacéuticos Argentinos – Plan estratégico para el desarrollo del sector Farmacéutico Nacional. [en línea]. [consulta 20 Julio 2017]. Disponible en: <http://www.cilfa.org.ar/archivos/File/La%20industria%20farmaceutica/Plan%20estrat%C3%A9gico%20CILFA%20%202017-2021%20VF.pdf>
- DARA PHARMACEUTICAL PACKAGING. [en línea]. [consulta 30 Agosto 2017]. Disponible en: <https://www.dara-pharma.com/es/>
- DARA PHARMACEUTICAL PACKAGING. [en línea]. [consulta 30 Agosto 2017]. Disponible en: <https://www.dara-pharma.com/es/2-empresa/1/perfil-dara.html>
- DARA PHARMACEUTICAL PACKAGING. [en línea]. [consulta 30 Agosto 2017]. Disponible en: <https://www.dara-pharma.com/es/pharma/subcategory-5-frascos/39-llenado-cerrado.html>
- CAMPAK S.A. Líneas completas de envase y embalaje. [en línea]. [consulta 05 Septiembre 2017]. Disponible en: <http://campak.es/>
- CAMPAK S.A. Líneas completas de envase y embalaje. [en línea]. [consulta 05 Septiembre 2017]. Disponible en: <http://campak.es/nosotros/>

- CAMPAK S.A. Líneas completas de envase y embalaje. [en línea]. [consulta 05 Septiembre 2017]. Disponible en: <http://campak.es/maquinas/llenado-dosificado-tapado/>
- CAMPAK S.A. Líneas completas de envase y embalaje. [en línea]. [consulta 05 Septiembre 2017]. Disponible en: <http://campak.es/maquinas/estuchado/>
- CAMPAK S.A. Líneas completas de envase y embalaje. [en línea]. [consulta 05 Septiembre 2017]. Disponible en: <http://campak.es/maquinas/envoltura/>
- IMA PHARMA. [en línea]. [consulta 20 Octubre 2017]. Disponible en: <https://ima.it/pharma/>
- PHARMACEUTICAL ONLINE. [en línea]. [consulta 05 Noviembre 2017]. Disponible en: <https://www.pharmaceuticalonline.com/doc/intermittent-motion-filling-closing-machine-0001>
- PHARMA EQUIPMENT CATALOGUE. [en línea]. [consulta 05 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://cphem.com/en/product/mashina-rozliva-i-ukuporki-ima-multifill-f97>
- PHARMACEUTICAL PROCESSING –FILLING AND CLOSING. [en línea]. [consulta 05 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://imacare.it/Product/EN/Products-F575/Aseptic Processing and Freeze Drying-S633/Pharmaceutical Processing-T652/Filling and closing-Q654.html>
- COMASA equipamiento para industria Farmacéutica y Alimenticia. [en línea]. [consulta 22 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.comasa-sa.com/>
- COMASA equipamiento para industria Farmacéutica y Alimenticia. [en línea]. [consulta 22 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.comasa-sa.com/producto/reactores/>
- MECALUZ LOGISMARKET el directorio Industrial – Llenadoras –Tapadora de líquidos. [en línea]. [consulta 14 Diciembre 2017]. Disponible en: <https://www.logismarket.com.mx/campak/llenadora-tapadora-de-liquidos/1324061745-1233068568-p.html>

- DIRECT INDUSTRY el salón online de la industria líquidos. [en línea]. [consulta 14 Diciembre 2017]. Disponible en: http://www.directindustry.es/prod/cam/product-22251-498704.html#product-item_385339
- DIRECT INDUSTRY el salón online de la industria líquidos. [en línea]. [consulta 14 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.directindustry.es/prod/cam/product-22251-736189.html>
- CAM INGENIEROS Control Automático de Maquinas INGS. S.A –Llenadora de líquidos. [en línea]. [consulta 14 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.camingenieros.com/LLENADORA%20DE%20LIQUIDOS.html>
- ETIPACK Labelling & Coding Systems. [en línea]. [consulta 14 Diciembre 2017]. Disponible en: <https://etipack.it/en/labelling-machines/pharmaceutical-labelling-machines/>
- ARBA agencia de recaudación de la provincia de buenos aires. [en línea]. [consulta 02 Febrero 2018]. Disponible en: <http://www.arba.gov.ar/Apartados/IIBB/IngresosBrutos.asp>
- ALICUOTAS INGRESOS BRUTOS ARBA. [en línea]. [consulta 02 Febrero 2018]. Disponible en: <https://www.cdormarcosfelice.com.ar/alicuotas-ingresos-brutos-arba-provincia-de-buenos-aires-para-el-ano-2018-segun-titulo-ii-de-la-ley-14983-modificada-por-ley-15017/>
- BANCO PROVINCIA financiación de Inversiones en pesos. [en línea]. [consulta 24 Febrero 2018]. Disponible en: https://www.bancoprovincia.com.ar/web/empresas_financ_invers

11. Anexo

11.1. Maquinaria actual y especificaciones técnicas

11.1.1. Descripción Técnica Reactores

- **Descripción del proveedor**

Comasa es una empresa con más de 25 años proporcionando soluciones a la industria farmacéutica, desarrolla, diseña y fabrica una gama completa de equipos bajo norma GMP y normas internacionales.

Por otro lado, mantiene al día el crecimiento y la tecnificación de la industria alimentaria en todo el mundo mediante el desarrollo de las plantas integrales diseñados para adaptarse a cada necesidad y aplicación en particular

Por último, ofrece una amplia gama de mezcladoras de alta eficacia para semisólidos (Cremas – Emulsiones), Líquidos y sólidos

- **Construcción:**

Los reactores son construidos según normas GMP y código ASME Div. VIII en distintas calidades de acero inoxidable, son diseñados para ser sometidos a presión, vacío o presión atmosférica dependiendo de las necesidades técnicas del proceso.

La empresa provee en conjunto con los equipos, un legajo técnico que cuenta con memorias de cálculo, procedimiento de soldaduras, planos y gráficos, certificados de materiales, certificados de pulido, diagramas de funcionamiento entre otras cosas.

Pueden ser calefaccionados o refrigerados, por medio de serpentinas, camisas o media caña interna, circuitos unitarios, divididos o eléctricos. Las aislaciones se realizan con lana mineral o poliuretano expandido, siendo sus coberturas, desmontables o soldadas y estancas.

De acuerdo al tipo de producto y cliente se define el sistema de agitación, siendo las más usuales del tipo de anclas, hélices, turbinas, palas planas/ inclinadas y magnéticas.

Información Técnica

- Sistema CIP - WIP
- PC Siemens pantalla touchscreen color graficada.
- Salida para reportes impresos.
- Carga de sólidos por vacío.
- Doble camisa (calefacción - refrigeración / aislación)
- Variación electrónica de velocidad.
- Control automático de temperatura y vacío, con gráficos de evolución.
- Capacidades desde 20 a 30.000 lts. Útiles.
- Diseñados y construidos acorde a criterios y lineamientos cGMP.
- FAT - SAT - Documentación para validación.

11.1.2. Descripción Técnica Llenadora

Descripción

La envasadora LL10 es una llenadora de líquidos rotativa que cuenta con un sistema de guías y cinta transportadora con un motorreductor con variador de frecuencia para modificar su velocidad, un sistema de limpieza de frascos por soplado aspiración, un sistema de llenado y un sistema de colocación y cierre de tapas.

En el proceso de llenado, se colocan los frascos en la parte izquierda de la guía. Dichos frascos comienzan a avanzar hasta el primer pistón, en donde bajan dos picos de limpieza de frascos. Luego se abre el pistón dejando avanzar de a dos hasta el siguiente pistón, que es donde bajan dos picos de llenado y se produce el llenado de los envases. Una vez llenos avanzan hacia el tercer pistón, que deja pasar de a un frasco hacia el cuarto pistón en donde se produce la colocación de la tapa, luego avanza hacia una prensa que lo sujeta, baja el roscador y se produce el cierre de la tapa.

Información Técnica

- *Tensión:* 220-240V.
- *Frecuencia:* 50Hz.
- *Potencia:* 3KW.
- *Aire Comprimido:* 7 Bar.
- *Volúmenes de dosificación:* 0,1 hasta 250ml (Capacidad máxima).
- *Personal Aconsejable:* 2 personas.
- *Capacidad de Producción Máxima:* 2200 Envases/hora.

11.1.3. Descripción Técnica Etiquetadora

Descripción

Eti 1 Modular es un sistema de etiquetado automático para la aplicación del wrap-around en los frascos y botellas cilíndricas. Es una unidad modular, que puede ser implementado de acuerdo a las necesidades de los usuarios. El módulo básico puede estar equipado con todos los accesorios disponibles para los sistemas de etiquetado, tales como unidades de impresión, controles, alarmas, PLC. Todas las funciones se controlan a través de un panel de pantalla táctil.

Información Técnica

- Tensión: 220-240V.
- Frecuencia: 50-60Hz.
- Potencia: 1,3KW.
- Aire Comprimido: 7 Bar.
- Uso previsto: Envases cilíndricos.
- Modelo de funcionamiento: Automático.
- Posicionamiento de etiqueta: Para aplicaciones en la parte superior del producto.
- Personal Aconsejable: 3 personas.
- Capacidad de producción Máxima: 9000 Envases/Hora.

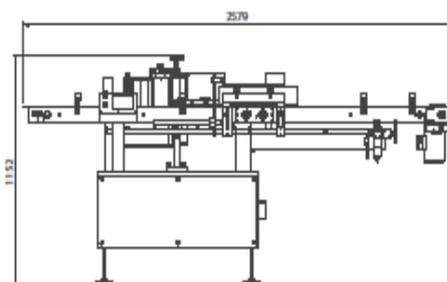
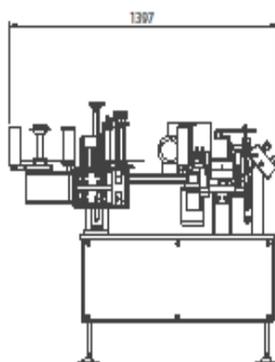
Eti 1 modular

Per applicazioni avvolgenti - For wrapping applications



Eti 1 Modular effettua un'etichettatura avvolgente su prodotti cilindrici; è stato progettato in funzione di una totale modularità, meccanica ed elettronica per consentire all'utilizzatore totale libertà di configurazione, in funzione delle proprie esigenze produttive, anche a distanza di tempo. Il modulo base, che include i componenti fondamentali di un sistema di etichettatura, può essere configurato in seguito alle specifiche richieste dall'applicazione, installando tutti gli accessori compatibili - gruppi da stampa, controlli, allarmi, PLC.

Eti 1 Modular is an automatic labelling system for wrap-around application on cylindrical jars and bottles: it has been as a modular unit, that can be implemented according to users needs. The basic module can be equipped with any accessory available for the labelling systems, such as print units, controls, alarms, PLCs. All functions are managed through a touch screen panel.



Caratteristiche Tecniche - Technical Specifications

	Eti1 modular Original 1.3	Eti1 modular Surprise 1.3
Velocità di produzione	max 12.000 pz./h	max 9.000 pz./h
Production speed	max 12.000 pcs/hr	max 9.000 pcs/hr
Velocità di distribuzione	max 50 ml/min	max 30 ml/min
Dispensing speed		
Dimensione prodotti	Ø 20 - 80 mm	Ø 20 - 80 mm
Product size		
Dimensione etichette lungh.	20 - 240 mm	20 - 240 mm
Label size length		
Dimensione etichette largh.	20 - 128 mm	20 - 128 mm
Label size width		
Diametro esterno bobina	280 mm (380 mm optional)	280 mm
Outside reel diameter		
Diametro interno bobina	40 - 75 mm	40 - 75 mm
Inside reel diameter		
Dim. macchina lungh. - largh. - h	2580 x 1400 x 1160 mm	2580 x 1400 x 1160 mm
Machine size length - width - h		
Alimentazione	220 - 240 V, 50 - 60 Hz	220 - 240 V, 50 - 60 Hz
Power supply		
Assorbimento	1300 W	1300 W
Electrical input		
Aria compressa	6 bar	6 bar
Compressed air		

Eti1 si riserva di apportare tutte le modifiche che l'evoluzione tecnica renderà necessaria senza obbligo di preavviso. Tutti i diritti di proprietà intellettuale e tecnologica sono riservati. Eti1 reserves the right to modify according to the technical evolution, without notice. All the rights of intellectual and technological ownership are reserved.



Crisello Balsamo (MI) - Tel. 02 660621 - Fax 02 6174919 - www.etipack.it

11.1.4. Descripción Técnica Estuchadora

Descripción

Máquina Estuchadora horizontal modelo PMX2, se caracteriza por un diseño extremadamente compacto, de manera tal que puede integrarse fácilmente en cualquier sitio de producción, por más pequeño que sea. La carga se realiza por la parte superior, Separación clara entre la sección mecánica y la zona de manipulación del producto, es compacta, Rotativa e intermitente. Presenta una sola protección que permite un acceso cómodo y rápido. Fácil limpieza y operaciones de mantenimiento. Accesibilidad y versatilidad son dos de las cualidades en esta máquina estuchadora de alta eficiencia.

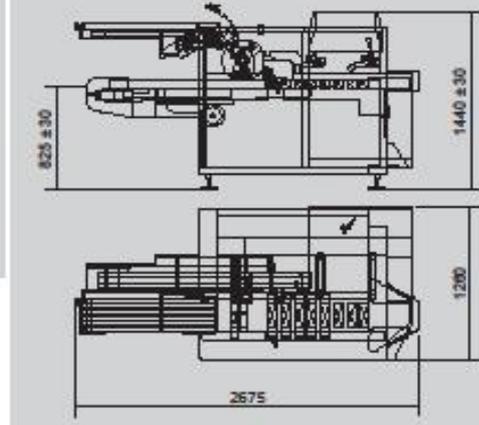
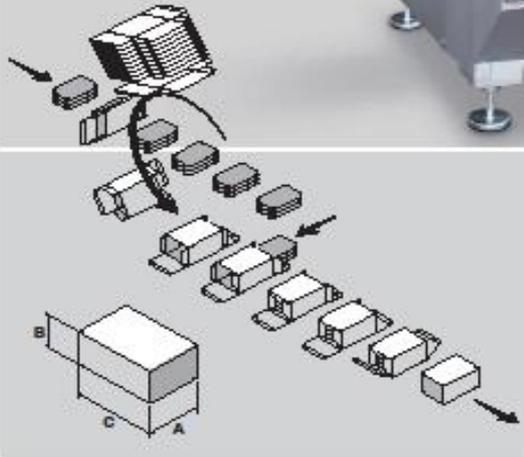
Información Técnica

- *Tensión:* 220-240V.
- *Frecuencia:* 50-60Hz.
- *Potencia:* 1,75KW.
- *Aire Comprimido:* 6 Bar.
- *Modelo de funcionamiento:* Automático.
- *Personal Aconsejable:* 2 personas.
- *Capacidad de producción Máxima:* 6600 Envases/Hora.

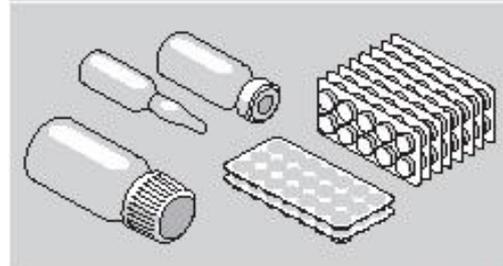


PMX

Intermittent motion horizontal cartoner



TECHNICAL DATA		PMX 1	PMX 2
Mechanical speed	STROKES/1'	25+150	25+110
Motors	KW	1.12	1.12
Power absorption	KW	1.75 (Hot-melt + 3.9)	1.75 (Hot-melt + 3.9)
Air consumption	NI/1'	16.9	16.9
Air pressure	bar	5+6	5+6
Gross weight	kg	~1400	~1400
Net weight	kg	~1230	~1230
Size range		PMX 1 min. max.	PMX 2 min. max.
A		15 80	20 125
B		12 75	15 75
C		65 200	65 200
A + B		- 155	- 170



The above technical data are not binding and may be subject to change without prior notice.

CM-008-uk (12/11/2014)
Ediz. from FM-PMX-02-uk (10/11/2014)

This publication supersedes and replaces any previous edition and revision. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without permission of Tecnicam s.r.l. (Bologna - Italy).

11.1.5. Descripción Técnica Agrupadora

Descripción

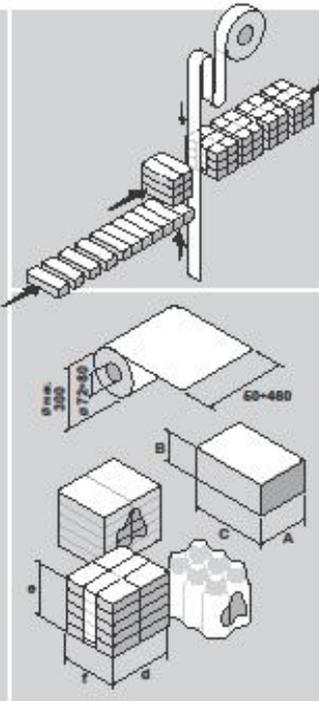
La Agrupadora CAM ASB38 es una de las máquinas más simples y compactas disponibles en el mercado. Puede resolver cualquier problema relacionado con la recopilación y el agrupamiento de cajas de cartón, botellas, bandejas y diversos productos en cualquier arreglo. Puede agrupar hasta 21600 Unidades/Hora

Información Técnica

- *Tensión:* 220-240V.
- *Frecuencia:* 50-60Hz.
- *Potencia:* 1,8KW.
- *Aire Comprimido:* 6 Bar.
- *Modelo de funcionamiento:* Automático.
- *Personal Aconsejable:* 2 personas.
- *Capacidad de producción Máxima:* 21600 Envases/Hora.

ASB38

Bundler with stretch-banding or shrink-wrapping

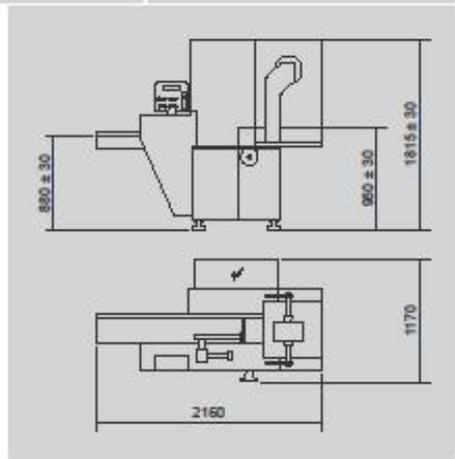


TECHNICAL DATA

Mechanical speed	STROKE/M ¹	max. 30
Motors	KW	0.77
Power absorption (max.)	KW	1.8
Air consumption	NUM ¹	180+300
Air pressure	bar	5+6
Gross weight	kg	~800
Net weight	kg	~600

Size range	min.	max.
A	15	360
B	12	70
C	50	250
d	40	360
e	24	210
f	50	250

The above technical data are not binding and may be subject to change without prior notice.



CM-006-uk (12/11/2014)
Esc: from FM-ASB36-02-uk (10/11/2014)

This publication supersedes and replaces any previous edition and revision. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without permission of Tecnison s.r.l. (Bologna - Italy).

MACHINE CATALOGUE

Ilustración 28: Especificaciones técnica agrupadora Campack

11.2. Proveedores (Selección nueva Envasadora)

11.2.1. DARA PHARMACEUTICAL PACKAGING



Descripción de la empresa.

Es una empresa fundada en 1996 que está localizada en Barcelona España. **DARA PHARMACEUTICAL PACKAGING** ha recorrido un firme camino hacia la **calidad**, la **innovación** y la **excelencia tecnológica**, contribuyendo a la mejora del bienestar y la calidad de vida de la sociedad, proporcionando a la industria **farmacéutica**, **biotecnológica** y **cosmética** los equipos tecnológicos más avanzados del mercado, con un alto componente de innovación y desarrollo y una gran capacidad de adaptación y personalización de cada proyecto a las necesidades específicas del cliente.

La empresa fabrica equipos individuales y líneas completas para el lavado, esterilización, llenado y cerrado de frascos, viales, cartuchos, jeringas y bolsas, para el acondicionado de productos líquidos, semi-sólidos y en polvo en condiciones estériles.

Descripción de la llenadora

Máquina llenadora/cerradora para frascos con tapa a rosca/Productos Farmacéuticos



La máquina es una combinación de llenadora – cerradora compacta para frascos de plástico de productos líquidos. Tiene una capacidad de producción de entre 3600 a 6000 unidades/hora. Su diseño ha sido realizado conforme a las normas cGMP y de la US FDA en especial correspondencia con las exigencias de la industria farmacéutica, biotecnológica, cosmética, química e industrias afines.

La estación de llenado está equipada con bombas peristálticas SpeedFill para productos líquidos. En cuanto a los Volúmenes de dosificación van desde 0,1 hasta 250 ml. La estación de cerrado está equipada con un cabezal a rosca servo accionado, para cierres a rosca difíciles. Todos los cierres de uso corriente pueden ser tratados sin problemas, tales como:

- Cierres a presión / rosca.
- Cierres childproof.
- Bombas spray / dosificadoras.
- Aplicadores de gotas.

Información Técnica

- *Tensión:* 380V.
- *Frecuencia:* 50Hz.
- *Potencia:* 4KW.
- *Aire Comprimido:* 5 Bar.
- *Volúmenes de dosificación:* 0,1 hasta 250ml (Capacidad máxima).
- *Personal Aconsejable:* 3 personas.
- *Capacidad de Producción:* 3600 – 6000 Un /hr.

11.2.2. IMA PHARMA



Descripción de la empresa.

Fundada en 1961, IMA Group es líder mundial en el diseño y fabricación de máquinas automáticas para el procesamiento y envasado de productos farmacéuticos, cosméticos, té, café y alimentos.

El Grupo, cuyo Presidente es Alberto Vacchi, cuenta con más de 4.600 empleados, de los que más de 2.300 están fuera de Italia y está presente en unos 80 países, con el apoyo de una red de ventas compuesta por 29 sucursales (Italia, Francia, Suiza, Estados Unidos Reino Unido, Alemania, Austria, España, Polonia, Israel, Rusia, Estados Unidos, India, China, Malasia, Tailandia y Brasil), oficinas de representación en Europa Centro-Oriental y más de 50 agencias.

El Grupo tiene 34 plantas de producción en Italia, Alemania, Francia, Suiza, España, Reino Unido, Estados Unidos, India y China. La estructura organizativa del Grupo hace hincapié en los valores que ha acumulado durante más de 50 años en el negocio: experiencia y fiabilidad, una red mundial de apoyo y servicio, excelente capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes.

Estos valores permiten a IMA actuar no sólo como proveedor sino también como socio, proponiendo soluciones innovadoras así como productos de alta calidad.

Descripción de la llenadora

Llenadora encapsuladora volumétrica / de gravedad / intermitente / para líquido

MULTIFILL F97



La máquina es una llenadora- cerradora volumétrica / de gravedad / intermitente para líquidos Se utiliza para dosificar volúmenes entre 0,25 ml a 500 ml con una velocidad de hasta 100 frascos por minuto lo que da un total de 6000 unidades/hora. La llenadora se utiliza para productos farmacéuticos (Jarabes)

Información Técnica

- Tensión: 380V.
- Frecuencia: 50Hz.
- Potencia: 3,5KW.
- Aire Comprimido: 6 Bar.
- Volúmenes de dosificación: 0,25ml hasta 500ml (Capacidad máxima).
- Personal Aconsejable: 3 personas.
- Capacidad de Producción: 6000 Un /hr

11.2.3. **CAMPAK**



Descripción de la empresa.

CAMPAK es una empresa de origen español que produce comercializa y distribuye máquinas de envasado y embalaje.

En los años sesenta se inició la expansión comercial de CAM en España a través de un representante exclusivo. Posteriormente se consolidó la presencia de CAM en España con la creación en 1.979 de CAMPAK, SA, a través de la cual CAM comercializa los equipos y posteriormente INTESA que ofrece un servicio postventa rápido y eficaz para las máquinas CAM en el mercado español y áreas de influencia.

Descripción de la llenadora

Llenadora encapsuladora monobloque / rotativa / volumétrica / De movimiento intermitente CAM LA



Ilustración 29: Llenadora Campack

La llenadora es una máquina de tipo monobloque, rotativa y volumétrica con un funcionamiento intermitente, se utiliza para dosificar volúmenes entre 0,25 ml a 250 ml con una velocidad mecánica de 90 frascos por minuto lo que da un total de 5400 unidades/hora

Información Técnica

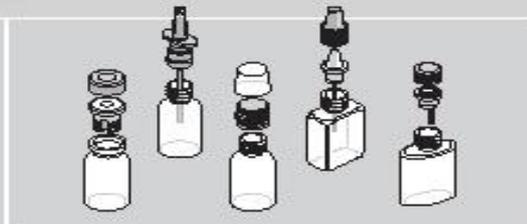
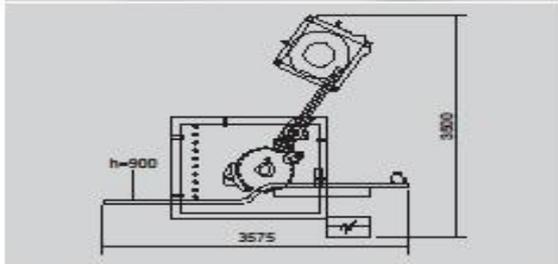
- Tensión: 380V.
- Frecuencia: 50Hz.
- Potencia: 4,5 KW
- Aire Comprimido: 6 bar.
- Volúmenes de dosificación: 0,25ml hasta 250ml (Capacidad máxima).
- Personal Aconsejable: 3 personas.
- Capacidad de Producción: 5400 Un /hr

11.3. Ficha técnica Nueva Envasadora



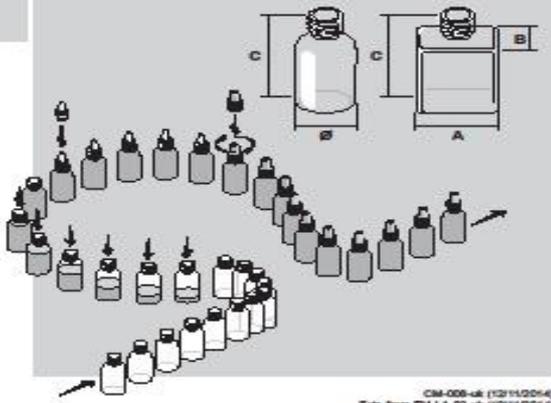
LA

Intermittent motion filling and capping monobloc



TECHNICAL DATA

Mechanical speed	STROKES/H*	90
Power absorption	KW	4.5
Air consumption	NU/T*	200
Air pressure	bar	5+6
Gross weight	kg	~1950
Net weight	kg	~1400
Size range		
	min.	max.
A	20	70
B	15	80
ø	15	80
C	35	180



The above technical data are not binding and may be subject to change without prior notice.

CM-008-uk (10/11/2014)
 Est. from FM-LA-02-uk (10/11/2014)

This publication supersedes and replaces any previous edition and revision. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without permission of Tecnicom s.r.l. (Bologna - Italy)

MACHINE CATALOGUE

11.4. Capacidades de producción

Con las capacidades de producción de cada una de las maquinas obtenidas de las fichas y conociendo las unidades equivalentes (litros y frascos) para un Lote podemos calcular las velocidades de producción de cada una de las máquinas. Los desvios fueron obtenidos a partir de datos históricos de la empresa.

Tabla 36: Capacidades de produccion

1 Lote	3000	lts	33333	F
1 Frasco	90	ml	0,09	l

Maquina	Velocidad	Produccion						Desvio	
Llenadora	2200 F/h	15,15136364	h/lote	909,0818182	min/lote	0,0272727	min/F	0,001	min
Etiquetadora	9000 F/h	3,703666667	h/lote	222,22	min/lote	0,0066667	min/F	0,001	min
Estuchadora	6600 F/h	5,050454545	h/lote	303,0272727	min/lote	0,0090909	min/F	0,0014	min
Agrupadora	21600 F/h	1,543194444	h/lote	92,59166667	min/lote	0,0027778	min/F	0,0012	min
Llenadora NUEVA	5400 F/h	6,172777778	h/lote	370,3666667	min/lote	0,0111111	min/F	0,001	min

11.5.Descripción detallada de la Simulación de proceso productivo

Programación del tiempo de producción (Clock Properties)

La unidad de tiempo elegida para la simulación (Time Units) son los **Minutos**. El horario laboral de 24 horas trabajando de lunes a viernes en 3 turnos y sábados por la mañana.

El tiempo simulado fue de una semana (7320 minutos).

A continuación podemos observar como lo simulamos.

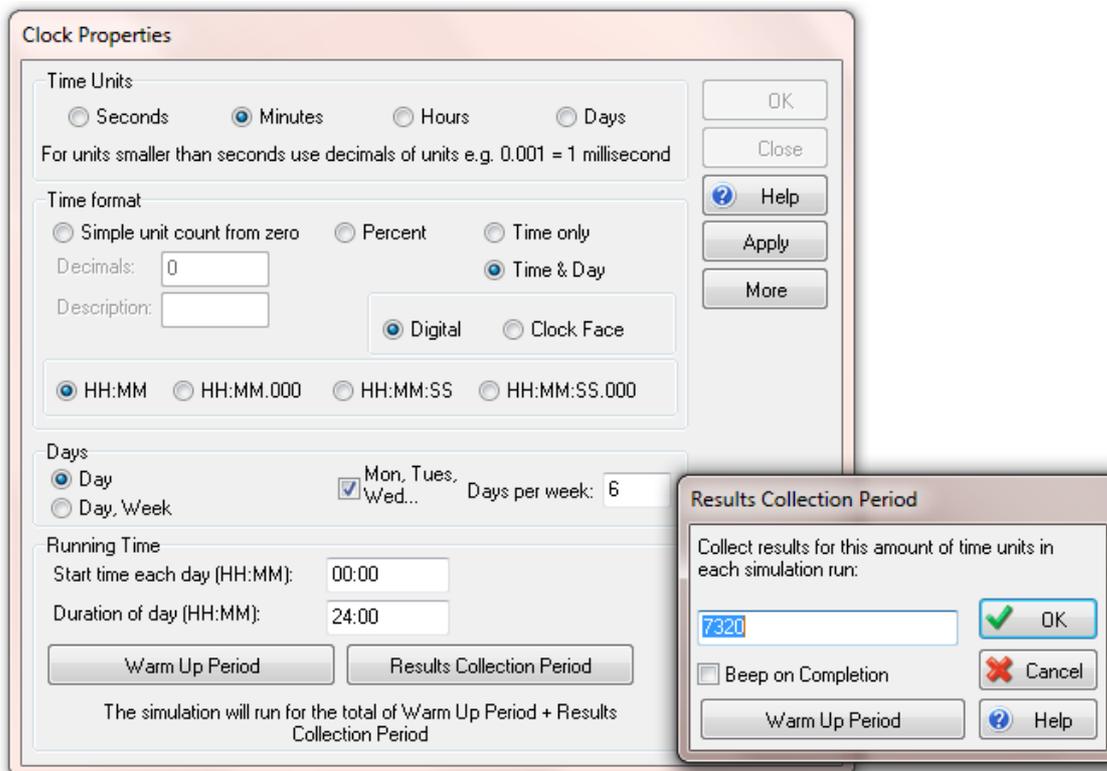


Ilustración 30: Simulación - Clock properties

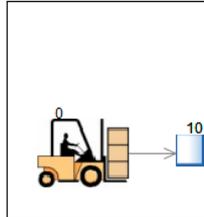
Una vez que ya definimos las características principales de nuestra simulación se procede a explicar cada una de las etapas.

Abastecimiento de Materias Primas

Aqua y Azúcar

Como ya explicamos en el Proceso Productivo las materias primas para abastecer al Reactor Principal son el agua y el azúcar.

Abastecimiento



Las cantidades de azúcar que le pedimos a nuestro proveedor son proporcionales a la producción de 10 lotes por semana, es decir, que una vez por semana ingresan a nuestro depósito conforme a una distribución normal con media de 7320 min y desvío de 60 min. Para determinar las cantidad de 10 lotes utilizamos el Batching como puede observarse a continuación.

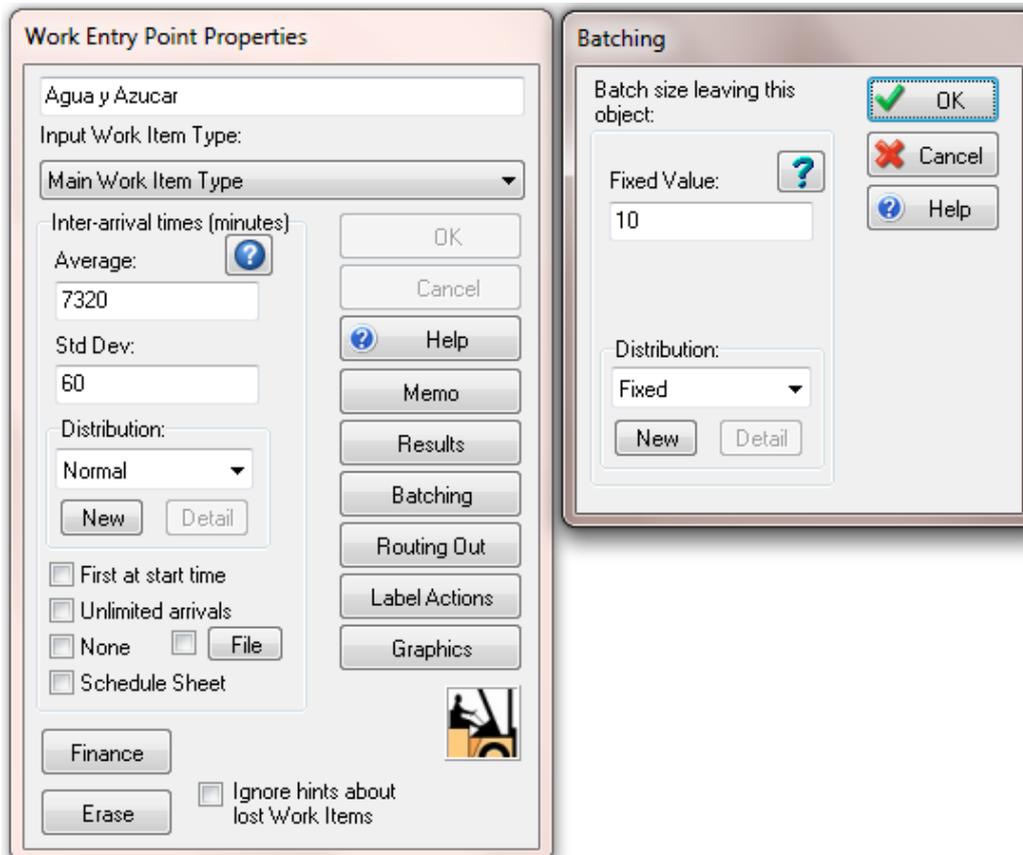


Ilustración 31: Simulación - Abastecimiento de materia prima: Azúcar

Nota: Es importante mencionar que trabajamos de esta manera ya que nuestro cliente es al mismo tiempo nuestro proveedor y es quien nos suministra de todas las materias primas y especificaciones técnicas, es decir que nos envía todo lo necesario para la producción de los distintos lotes (Ver 4.3 Dinámica Empresarial)

Materias Primas

Las materias primas para abastecer al reactor Secundario son Ibuprofeno, esencia liquida de naranja, Colorante, Sacarina sódica, dióxido de sodio coloidal, Propilparabeno sódico y Polisorbato entre otros.

En este caso sucede lo mismo que en el caso anterior con el azúcar para el reactor principal, Nuestro proveedor nos envía las cantidades justas para la producción de 10 lotes y los envíos son por semana.

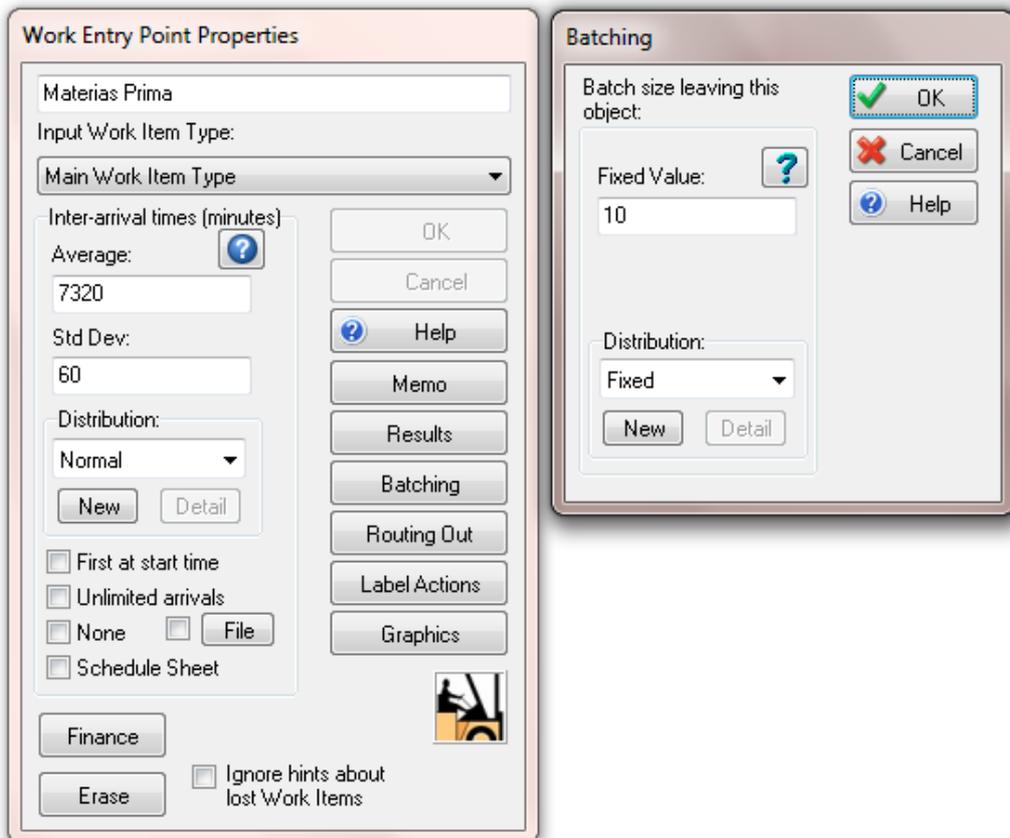
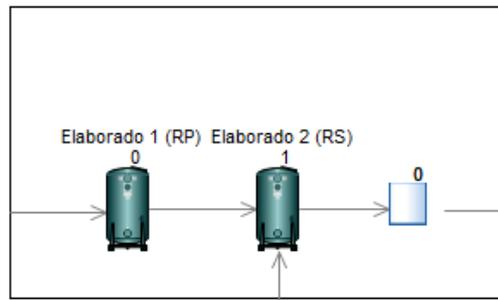


Ilustración 32: Simulación - Abastecimiento de materias primas: Incipientes

Elaborado

La etapa de elaborado cuenta con 2 reactores, el Reactor Principal en el cual se carga el agua y el azúcar y el Reactor Secundario que es quien recibe por un lado esta mezcla disuelta y por otro lado las materias primas mencionadas anteriormente. Una vez transcurrido el tiempo requerido para la elaboración del jarabe, el producto pasa mediante cañerías a un reactor intermedio con capacidad limitada.

Elaborado



En el Reactor Principal se carga el agua y azúcar, una vez disuelta la mezcla se trasvasa al otro reactor filtrándola para deshacerse de la suciedad que puede contener el azúcar, Este proceso tiene una distribución Normal con una media de 33 min y un desvío estándar de 2 min.



Work Center Properties

Elaborado 1 (RP)

Timing (minutes) ?

Average: ?

Std Dev: ...

Distribution: Normal ▼

High Volume

El reactor Secundario Recibe la mezcla filtrada de agua y azúcar del reactor principal y por otro lado las materias primas que vienen del almacén, la carga del reactor y la elaboración tienen una distribución normal con media de 739 min y desvió estándar de 30 min.

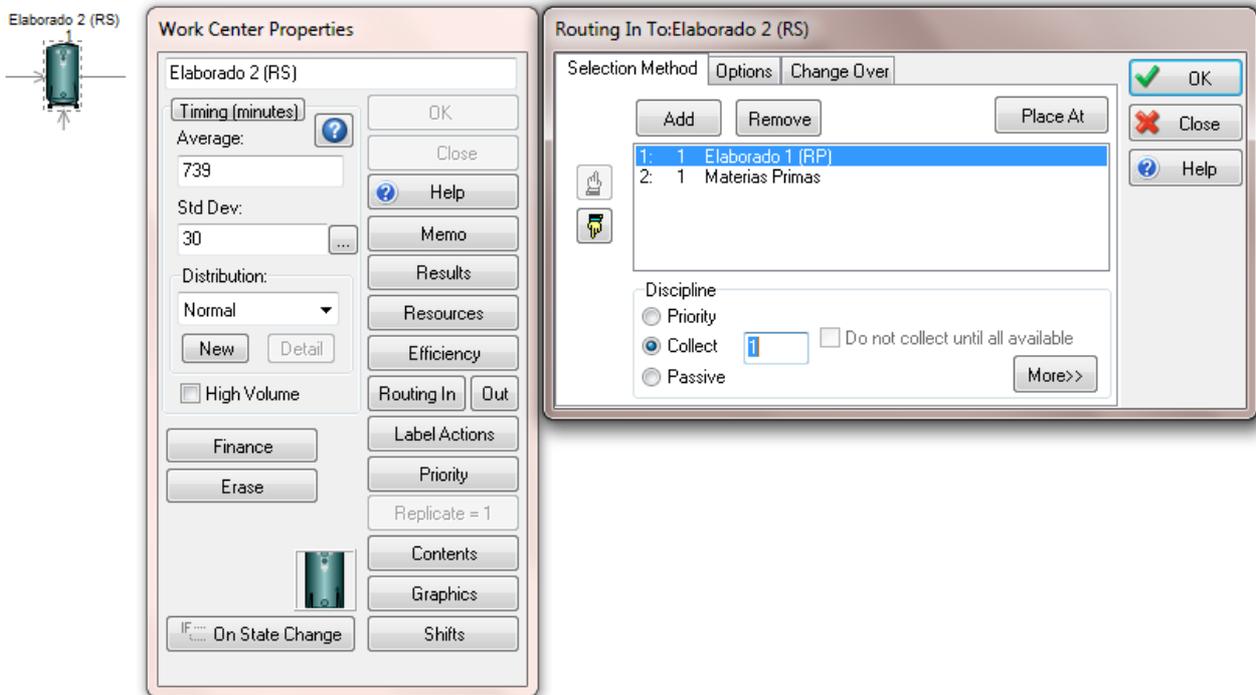


Ilustración 33: Simulación - Reactor secundario

Es importante aclarar que hasta esta Etapa se viene trabajando con 1 Lote pero a partir de acá se trabajara con frascos (1 Lote equivale a 33.333 Frascos de Jarabe) Por lo tanto el Batch de salida definido en el Routing out es de 33.333

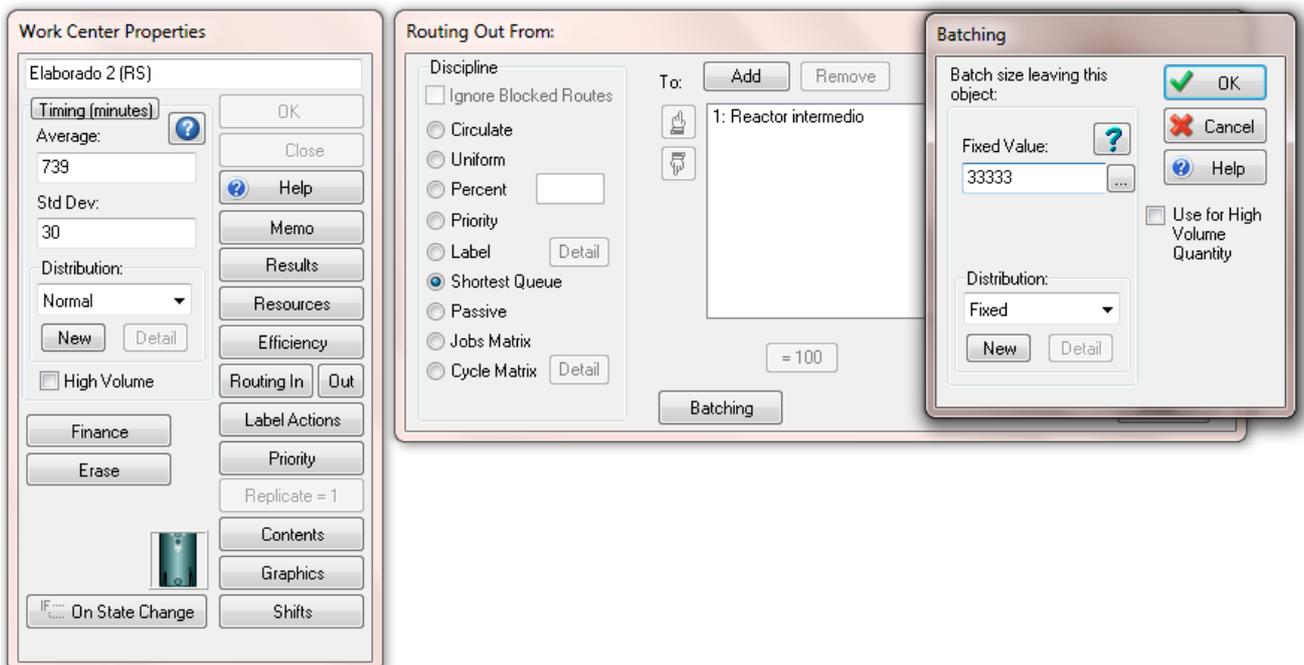


Ilustración 34: Simulación - Cambio de unidad de medida

El reactor Intermedio cumple la función de ser el nexo entre el Reactor Secundario y la envasadora y también de liberar el reactor de elaboración para su lavado y acondicionamiento.



Línea de Producción

En esta etapa El producto entra en línea y como mencionamos anteriormente la unidad de medida serán los frascos.

Linea de produccion

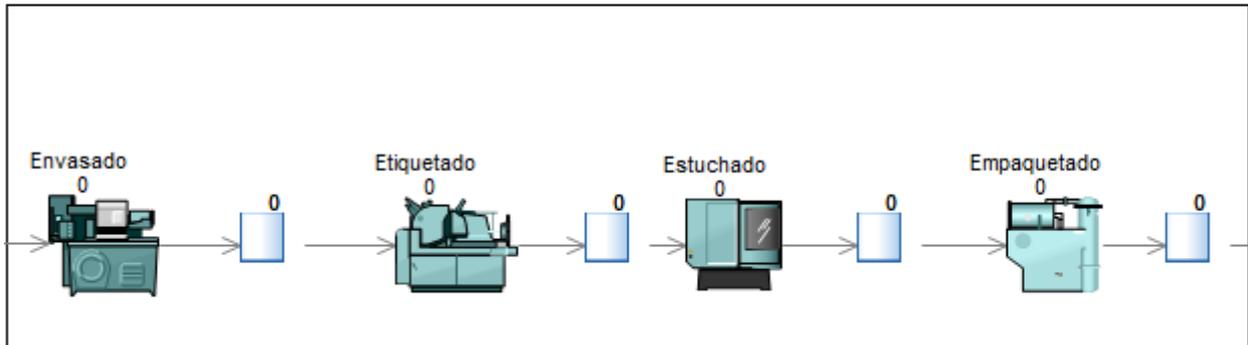


Ilustración 35: Simulación - Línea productiva

La envasadora es la máquina que llena cada uno de los frascos, tendrá una distribución Normal con media de 0.0272727 Min/Frasco y un desvío de 0.001 min²⁸. Todo ello se representa en el siguiente Work Center.

The screenshot shows the 'Work Center Properties' dialog box for the 'Envasado' work center. The 'Timing (minutes)' section is set to 'Average: 0.0272727' and 'Std Dev: 0.001'. The 'Distribution' is set to 'Normal'. The dialog includes various configuration options like 'High Volume', 'Finance', 'Erase', 'Routing In/Out', 'Label Actions', 'Priority', 'Replicate = 1', 'Contents', 'Graphics', and 'Shifts'. There are also buttons for 'OK', 'Cancel', 'Help', 'Memo', 'Results', 'Resources', 'Efficiency', and 'On State Change'.

Ilustración 36: Simulación - Propiedades envasadora

²⁸ Ver Anexo 11.4 - Capacidades de Producción. 120

Una vez que el frasco está lleno pasara por la máquina de Etiquetado que tarda menos tiempo en tapar un frasco que la llenadora en llenarlo con una distribución normal de media 0.006666 min y un desvío de 0.001 min²⁹

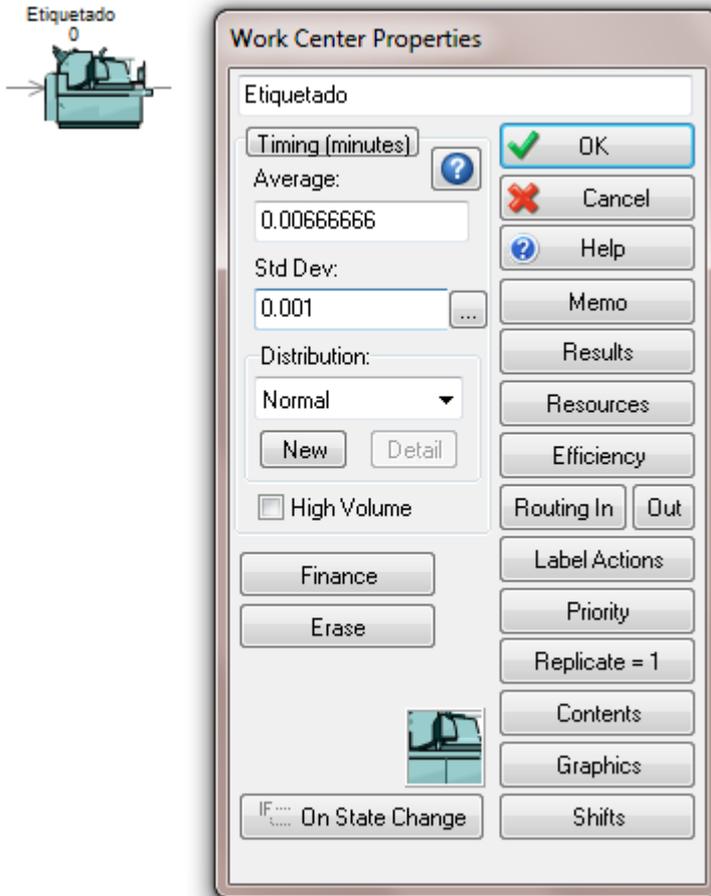


Ilustración 37: Simulación - Propiedades etiquetadora

²⁹ Ver Anexo 11.4 - Capacidades de Producción. 120

El frasco lleno de jarabe y etiquetado sigue su camino en línea para entrar a la estuchadora, esta máquina tiene una velocidad superior a la llenadora pero inferior a la etiquetadora con una distribución normal de media 0.00909 min y un desvío de 0.0014 min³⁰. Todo ello se representa en el siguiente Work Center.

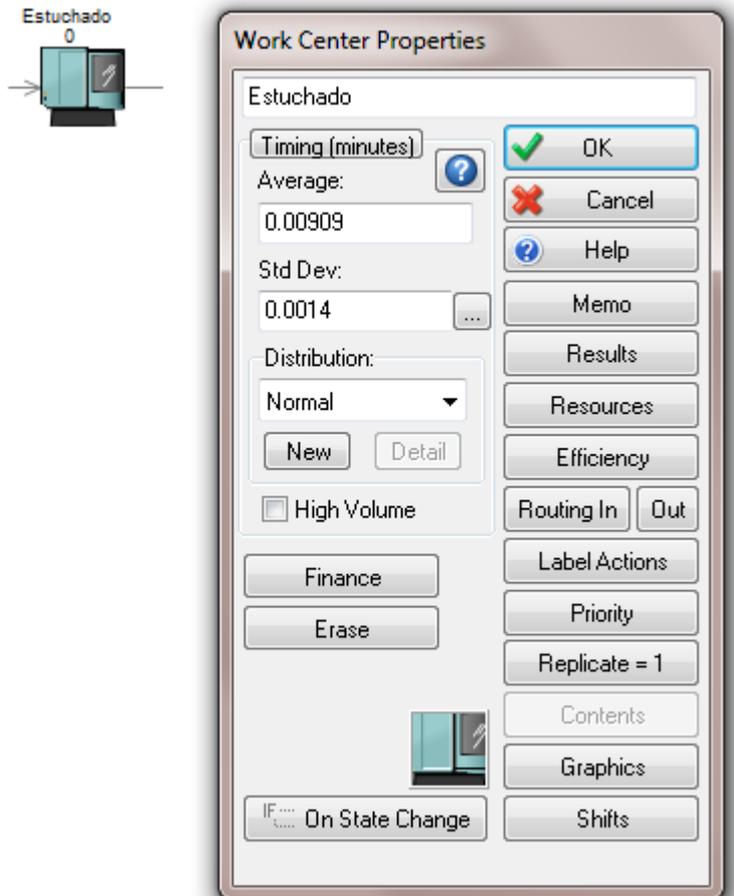


Ilustración 38: Simulación - Propiedades estuchadora

³⁰ Ver Anexo 11.4 - Capacidades de Producción. 120

En este punto el estuche llega a la maquina empaquetadora y debemos tener en cuenta que agrupa de a varias cajas y las recubre con plástico termocontraible. El agrupamiento se da de 4x3 es decir 12 estuches.

Para ello procedemos a incluir en el Routing in de la empaquetadora la opción Collect "12".

Esta máquina es la más rápida de todas y tiene una distribución normal con media de 0.033 min y desvío de 0.0012 min³¹. Todo ellos puede verse a continuación:

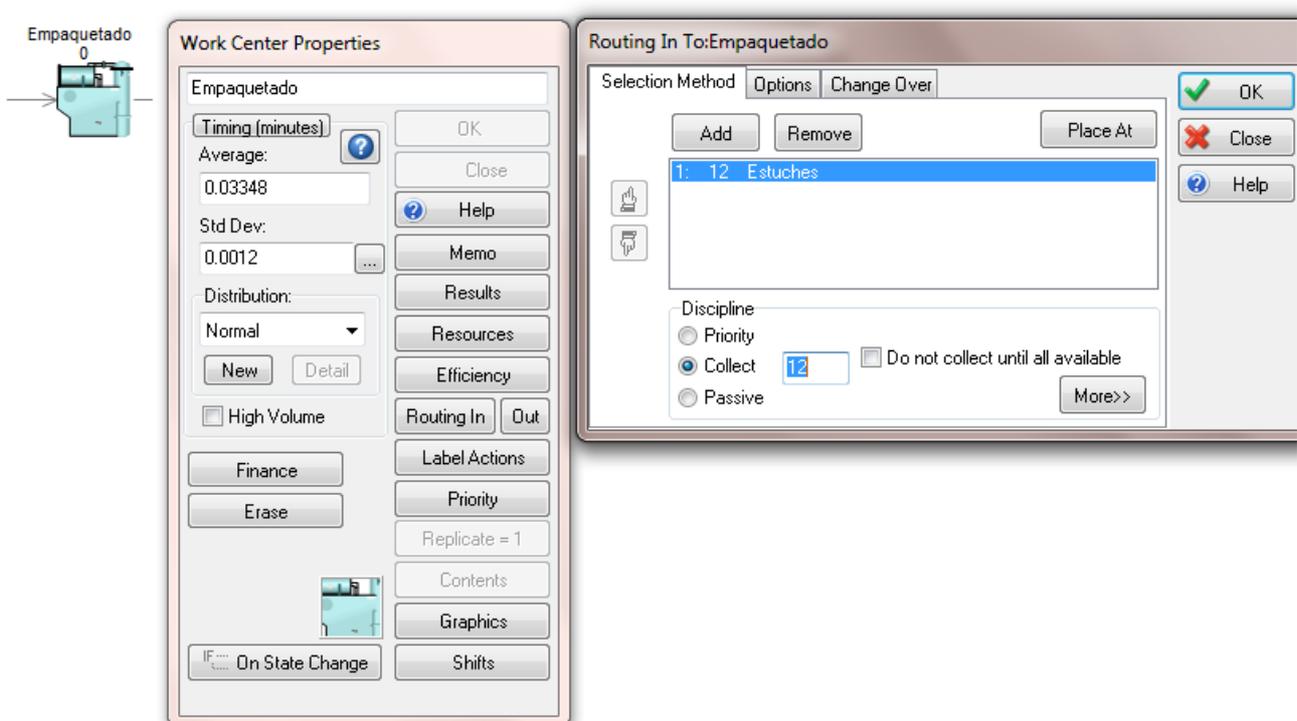


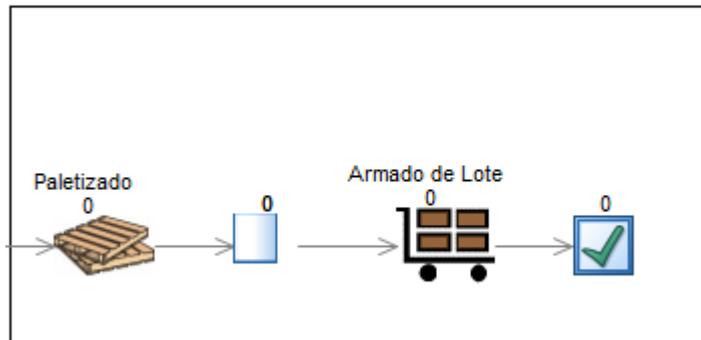
Ilustración 39: Simulación - Propiedades agrupadora

³¹ Ver Anexo 11.4 - Capacidades de Producción. 120

Paletizado y Armado de lote.

El producto Agrupado en paquetes de 12 unidades entra en el final de línea en la etapa de Paletizado y armado de lote.

Paletizado



Los paquetes formados por los estuches son agrupados y colocados en pallets cada uno de ellos contiene 3x3x9 es decir un total de 81 paquetes. Para ello procedemos a incluir en el Routing in del Paletizado la opción Collect "81".

El paletizado se realiza conforme a una distribución normal con media de 10.79 min y un desvío de 0.5 min. Es importante mencionar que dentro de este tiempo se considera el armado y el traslado del pallet al almacén de producto terminado.

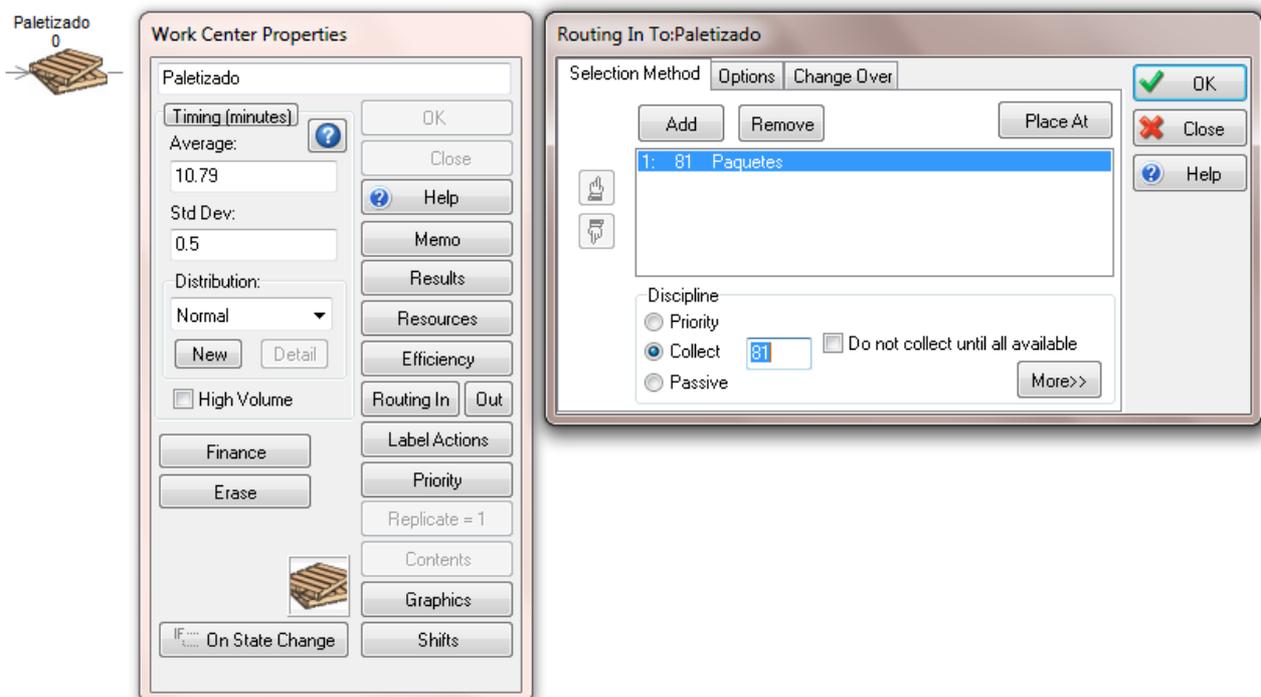


Ilustración 40: Simulación - Propiedades paletizado

Para finalizar con nuestra simulación de proceso agregamos un último Work center “**Armado de lote**” que solo cumple la función de agrupar 34 pallets para la conformación de 1 lote, Unidad de medida que adoptamos para desarrollar la simulación. Para ello procedemos a incluir en el Routing in del armado de lote la opción Collect “34” y en el Routing out el Batching “1”.

Como los tiempos de traslado de los pallets al almacén de producto terminado fueron considerados en “Paletizado” no necesitamos de tiempos en esta parte. Todo lo desarrollado puede observarse en las siguientes imágenes.

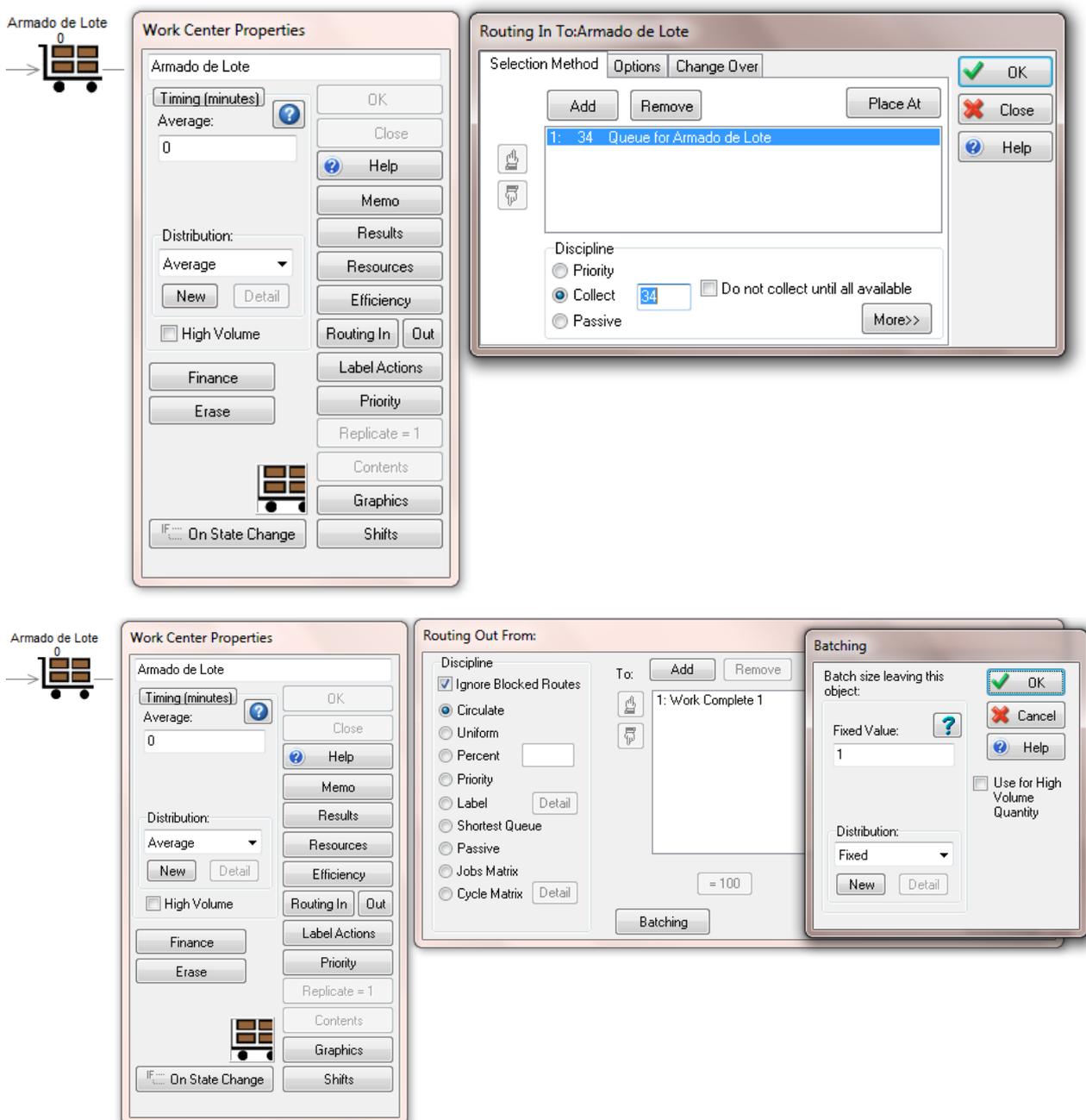


Ilustración 41: Simulación - Armado de lotes

11.6. Ejecución y Resultados de la Simulación (Mejora 1)

Como ya mencionamos anteriormente se simula la producción de una semana obteniendo los siguientes resultados.

Resultados de la Simulación

Producto Terminado (LOTES)

El proceso dio como resultado 7 LOTES

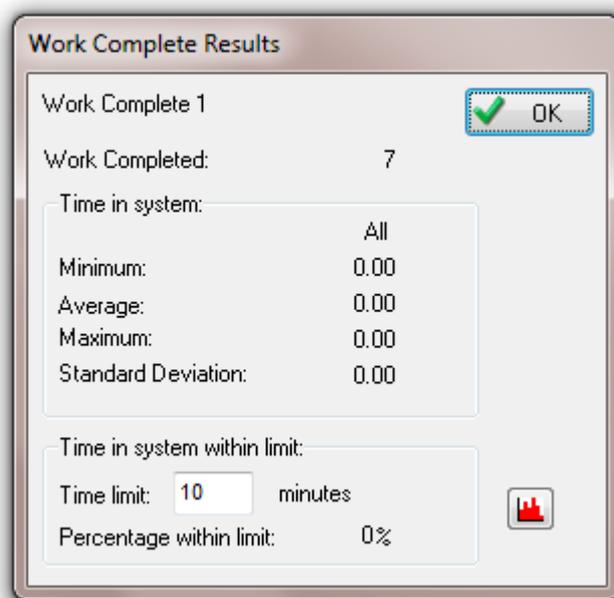


Ilustración 42: Simulación - Resultados

Nota: Tener en cuenta que a los 7 lotes producidos se le resta un porcentaje extra en relación a los suplementos en el estudio de tiempos considerando Interrupciones por demora o averías en las maquinas

Rendimiento Maquinas

A continuación analizaremos el rendimiento que tuvo cada máquina. Como vemos en la siguiente imagen, podemos ver que **la Envasadora** está trabajando un 90% del tiempo, los otros 10% se deben al tiempo de espera del sector de Elaborado.

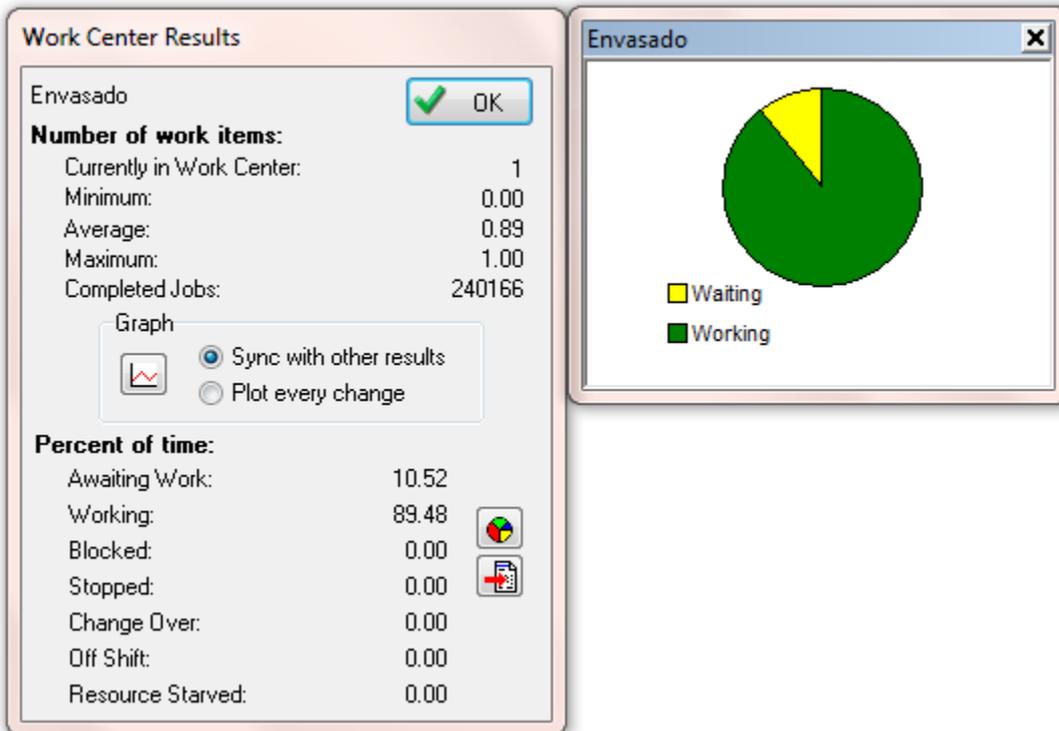


Ilustración 43: Simulación - Rendimiento de llenadora

En cuanto a las Máquinas **Etiquetadora, Estuchadora y Empaquetadora** podemos observar que el tiempo de espera es demasiado grande, por un lado porque la etapa de Elaborado requiere de mucho tiempo y estas máquinas quedan paradas y por el otro porque al ser la máquina Envasadora la más lenta de todas detiene bastante el proceso, por lo que no se está aprovechando al máximo la capacidad de dichas máquinas.



Ilustración 44: simulación - Rendimiento etiquetadora, estuchadora y empaquetadora

11.7. Cambio de Maquina y Resultados de la Simulación (Mejora 2)

Como mencionamos anteriormente el Cuello de botella es la maquina Envasadora, lo que hicimos fue realizar el cambio maquina (Ver Selección de proveedores (Nueva Envasadora)) y con sus respectivas Capacidades productivas calculamos el tiempo que le demanda a cada una llenar un frasco.

Como puede verse a continuación la nueva envasadora (Mejora 2) tiene el comportamiento de una distribución Normal con media 0.0111 y desvío 0.001³²

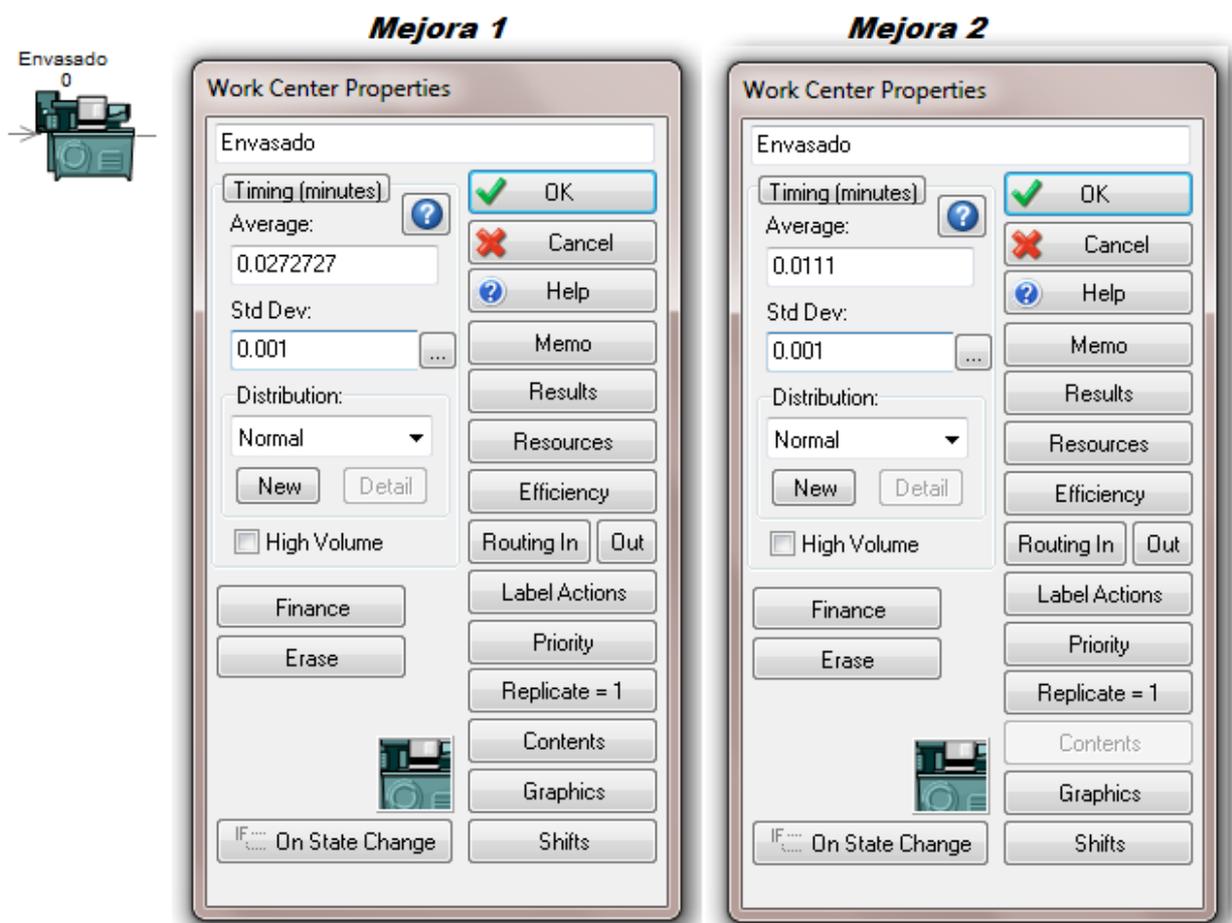


Ilustración 45: Simulación - Cambio de llenadora

³² Ver Anexo 11.4 - Capacidades de Producción. 120

Con estas modificaciones simulamos la producción de una semana obteniendo los siguientes resultados.

Resultados de la Simulación

Producto Terminado (LOTES)

El proceso dio como resultado 9 LOTES

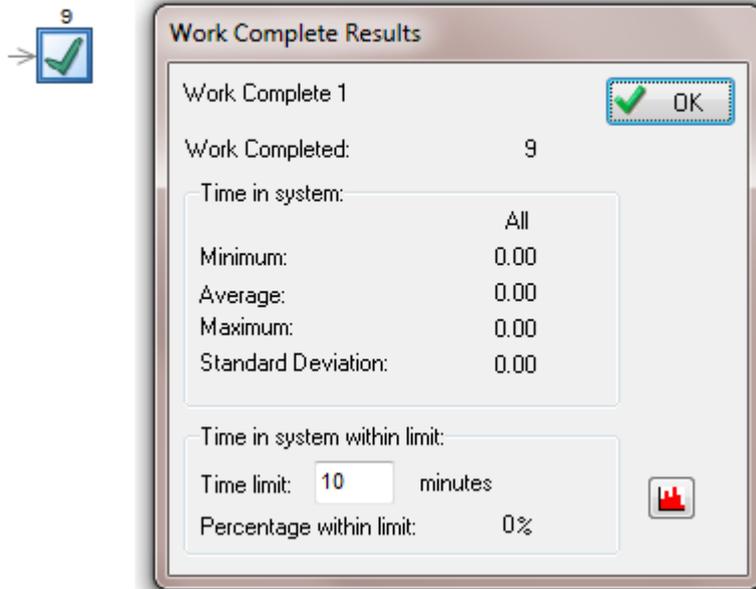


Ilustración 46: Simulación - Resultados mejora 2

11.8. Factores Ponderados (En detalle)

A continuación, en detalle cada uno de los factores a tener en cuenta para la selección del proveedor de la nueva llenadora.

Costo de la Máquina:

Se tuvo en cuenta el costo de la maquina, a mayor costo menor será el puntaje asignado.

Tabla 37: Factores ponderados - Costos de llenadoras

Costo de la Maquina	
<i>Rango (USD)</i>	<i>Puntaje</i>
Menor a 200.000	10
200.001 - 215.000	9
215.001 - 230.000	8
230.001 - 245.000	7
245.001 - 260.000	6
260.001 - 275.000	5
275.001 - 290.000	4
290.001 - 305.000	3
305.001 - 320.000	2
Mayor a 320.001	1

Velocidad de llenado:

Se tuvo en cuenta la velocidad de llenado de la maquina, a mayor cantidad de llenado de unidades por hora mayor será el puntaje asignado.

Tabla 38: Factores ponderados - Velocidades de llenado

Velocidad de llenado	
<i>Rango (Un/Hs)</i>	<i>Puntaje</i>
Menor a 4000	1
4001 - 4500	2
4501 - 5000	3
5001 - 5500	4
5501 - 6000	5

Localización de la empresa:

Se tuvo en consideración la cercanía de la empresa, teniendo en cuenta que esto afecta directamente la velocidad de respuesta ante una posible avería del equipo. A mayor cercanía mayor puntaje asignado.

Tabla 39: Factores ponderados - Localización de la empresa

Localización de la Empresa	
Rango	Puntaje
América	5
Europa	4

Confiabilidad:

Se tuvo en cuenta la trayectoria y el reconocimiento de la empresa. A Empresas con mayor confiabilidad le asignamos mayor puntaje.

Tabla 40: Factores ponderados - Confiabilidad

Confiabilidad	
Rango	Puntaje
Alta	5
Media/Alta	4
Media	3
Media/Baja	2
Baja	1

Volúmenes de dosificación:

Marca la apertura en el rango aceptado por la llenadora, Cuanto mayor volumen de dosificado permita la maquina mayor será el puntaje asignado.

Tabla 41: Factores ponderados - Volúmenes de dosificado

Volúmenes de dosificación	
Rango (ml)	Puntaje
0 - 100	1
100 - 200	2
200 - 300	3
300 - 400	4
400 -500	5

11.9. Medición de Tiempos –Antes de las Mejoras

Se calcularon los Tiempos Medios en base a 6 mediciones realizadas en el laboratorio.

Tabla 42: Medición de tiempos antes de mejoras

Antes de las Modificaciones		Tiempos						Tiempo medio
		1	2	3	4	5	6	
Descripción		1	2	3	4	5	6	Tiempo medio
1	Traslado de MP al Reactor Principal (RP)	14,8	15	14,52	15,02	14,88	15,27	14,915
2	Carga del (RP) con agua y azúcar	22,4	23,6	22,2	23	21,8	22,5	22,583
3	Limpieza y Filtrado en los 6 Reactores Intermedios (RI)	74	72	72	73	76	72	73,167
4	Limpieza y llenado del Reactor Principal (RP)	44	45	45,5	44,8	45	44	44,717
5	Elaborado del jarabe en (RP)	720	720	720	720	720	720	720,000
6	Trasvaso de Jarabe del (RP) a los 6 (RI)	22	21	21,6	22	20,9	21,8	21,550
7	Traslado de los 6 (RI) al deposito	59	60	58	60	59,5	60	59,417
8	Almacenamiento de los (RI)	0	0	0	0	0	0	0,000
9	Traslado de un (RI) al cuarto de llenado	10	11	10,6	10,8	11	11,1	10,750
10	Conexión de un (RI) a la llenadora	5	7	8	5	6	6	6,167
11	Llenado de Unidades	909	909	909	909	909	909	909,000
12	Pesaje del 100% de las unidades	0	0	0	0	0	0	0,000
13	Traslado de una tarima a la zona de Etiquetado	5	4	4,5	5,1	5,3	4,8	4,783
14	Etiquetado	222	222	222	222	222	222	222,000
15	Traslado de una tarima a la zona de Estuchado	6	5	4,9	6,1	5	5,3	5,383
16	Estuchado	303	303	303	303	303	303	303,000
17	Colocación de lote y vencimiento	10	11	12	10	12	10	10,833
18	Control de Impresión	0	0	0	0	0	0	0,000
19	Empaquetado	91,8	92	91,6	92,1	92	91,7	91,867
20	Armado de pallets	12,5	11,5	12	13	11	12	12,000
21	Traslado de un pallet al depósito	5	5	4,8	5,1	5	5,2	5,017
22	Almacenamiento del Producto Terminado	0	0	0	0	0	0	0,000

11.9.1. Suplementos - Antes de las Mejoras

En todo trabajo que realiza un operador siempre aparecen determinados factores que pueden intervenir en la toma de los tiempos. Cansancio físico y psíquico, necesidades fisiológicas, la personalidad. Pueden aparecer factores relacionados con el ambiente: iluminación, temperatura, humedad, ruido etc. Por estos motivos es que se adicionan ciertos suplementos al cálculo de Tiempos.

En paralelo y mientras se tomaban los tiempos se observo a los operadores en sus puestos de trabajo y se analizo cuales eran los suplementos.

Determinamos que los suplementos que se adicionaran al tiempo básico son:

- Necesidades Personales
- Interrupciones por demoras
- Fatiga General
- Trabajar de pie

Una vez identificados y de acuerdo a lo observado durante el estudio de tiempo pudimos estimar los porcentajes asociados a estos suplementos, siendo estos:

Tabla 43: Suplementos antes de mejoras

Suplementos	Porcentaje
Necesidades personales	4%
Interrupciones por demoras	6%
Fatiga general	1%
Trabajar de pie	1%
Total	12%

11.10. Medición de Tiempos –MEJORA 1

Se calcularon los Tiempos Medios en base a 6 mediciones realizadas en el laboratorio.

Tabla 44: Medición de tiempos mejora 1

Después de las Modificaciones		Tiempos						
Descripción	1	2	3	4	5	6	Tiempo medio	
1	Traslado de MP al Reactor Principal (RP)	14,8	15	14,52	15,02	14,88	15,27	14,92
2	Carga del (RP) con agua y azúcar	22,4	23,6	22,2	23	21,8	22,5	22,58
3	Filtrado en el Reactor Principal 2 (RP2)	10	11	11,4	9,9	11	10	10,55
4	Limpieza del (RP1 o RP2)	20	18	20	19	22	21	20,00
5	Llenado de RP2 con MP	9,5	8	9	8,5	9	10	9,00
6	Elaborado del jarabe en (RP2)	720	720	720	720	720	720	720,00
7	Trasvaso de Jarabe del (RP2) al Reactor Secundario (RS)	10	9,8	11	10	9,8	10	10,10
8	Llenado de Unidades	909	909	909	909	909	909	909,00
9	Pesaje del 100% de las unidades	0	0	0	0	0	0	0,00
10	Etiquetado	222	222	222	222	222	222	222,00
11	Estuchado	303	303	303	303	303	303	303,00
12	Colocación de lote y vencimiento	10	11	12	10	12	10	10,83
13	Control de Impresión	0	0	0	0	0	0	0,00
14	Empaquetado	91,8	92	91,6	92,1	92	91,7	91,87
15	Armado de un pallet	12,5	11,5	12	13	11	12	12,00
16	Traslado de un Pallet al depósito	5	5	4,8	5,1	5	5,2	5,02
17	Almacenamiento del Producto Terminado	0	0	0	0	0	0	0,00

11.10.1. Suplementos – Mejora 1

En todo trabajo que realiza un operador siempre aparecen determinados factores que pueden intervenir en la toma de los tiempos. Cansancio físico y psíquico, necesidades fisiológicas, la personalidad. Pueden aparecer factores relacionados con el ambiente: iluminación, temperatura, humedad, ruido etc. Por estos motivos es que se adicionan ciertos suplementos al cálculo de Tiempos.

En paralelo y mientras se tomaban los tiempos se observo a los operadores en sus puestos de trabajo y se analizo cuales eran los suplementos.

Determinamos que los suplementos que se adicionaran al tiempo básico son:

- Mantenimiento preventivo
- Interrupciones por demoras

Una vez identificados y de acuerdo a lo observado durante el estudio de tiempo pudimos estimar los porcentajes asociados a estos suplementos, siendo estos:

Tabla 45: Suplementos mejora 1

Suplementos	Porcentaje
Mantenimiento preventivo	6%
Interrupciones por demoras	6%
Total	12%

11.11. Medición de Tiempos –MEJORA 2

Se calcularon los Tiempos Medios en base a 6 mediciones realizadas en el laboratorio.

Tabla 46: Medición de tiempos mejora 2

Después de las Modificaciones		Tiempos						
Descripción		1	2	3	4	5	6	Tiempo medio
1	Traslado de MP al Reactor Principal (RP)	14,8	15	14,52	15,02	14,88	15,27	14,92
2	Carga del (RP) con agua y azúcar	22,4	23,6	22,2	23	21,8	22,5	22,58
3	Filtrado en el Reactor Principal 2 (RP2)	10	11	11,4	9,9	11	10	10,55
4	Limpieza del (RP1 o RP2)	20	18	20	19	22	21	20,00
5	Llenado de RP2 con MP	9,5	8	9	8,5	9	10	9,00
6	Elaborado del jarabe en (RP2)	720	720	720	720	720	720	720,00
7	Trasvaso de Jarabe del (RP2) al Reactor Secundario (RS)	10	9,8	11	10	9,8	10	10,10
8	Llenado de Unidades	909	909	909	909	909	909	909,00
9	Pesaje del 100% de las unidades	0	0	0	0	0	0	0,00
10	Etiquetado	222	222	222	222	222	222	222,00
11	Estuchado	303	303	303	303	303	303	303,00
12	Colocación de lote y vencimiento	10	11	12	10	12	10	10,83
13	Control de Impresión	0	0	0	0	0	0	0,00
14	Empaquetado	91,8	92	91,6	92,1	92	91,7	91,87
15	Armado de un pallet	12,5	11,5	12	13	11	12	12,00
16	Traslado de un Pallet al depósito	5	5	4,8	5,1	5	5,2	5,02
17	Almacenamiento del Producto Terminado	0	0	0	0	0	0	0,00

11.11.1. Suplementos – Mejora 2

En todo trabajo que realiza un operador siempre aparecen determinados factores que pueden intervenir en la toma de los tiempos. Cansancio físico y psíquico, necesidades fisiológicas, la personalidad. Pueden aparecer factores relacionados con el ambiente: iluminación, temperatura, humedad, ruido etc. Por estos motivos es que se adicionan ciertos suplementos al cálculo de Tiempos.

En paralelo y mientras se tomaban los tiempos se observo a los operadores en sus puestos de trabajo y se analizo cuales eran los suplementos.

Determinamos que los suplementos que se adicionaran al tiempo básico son:

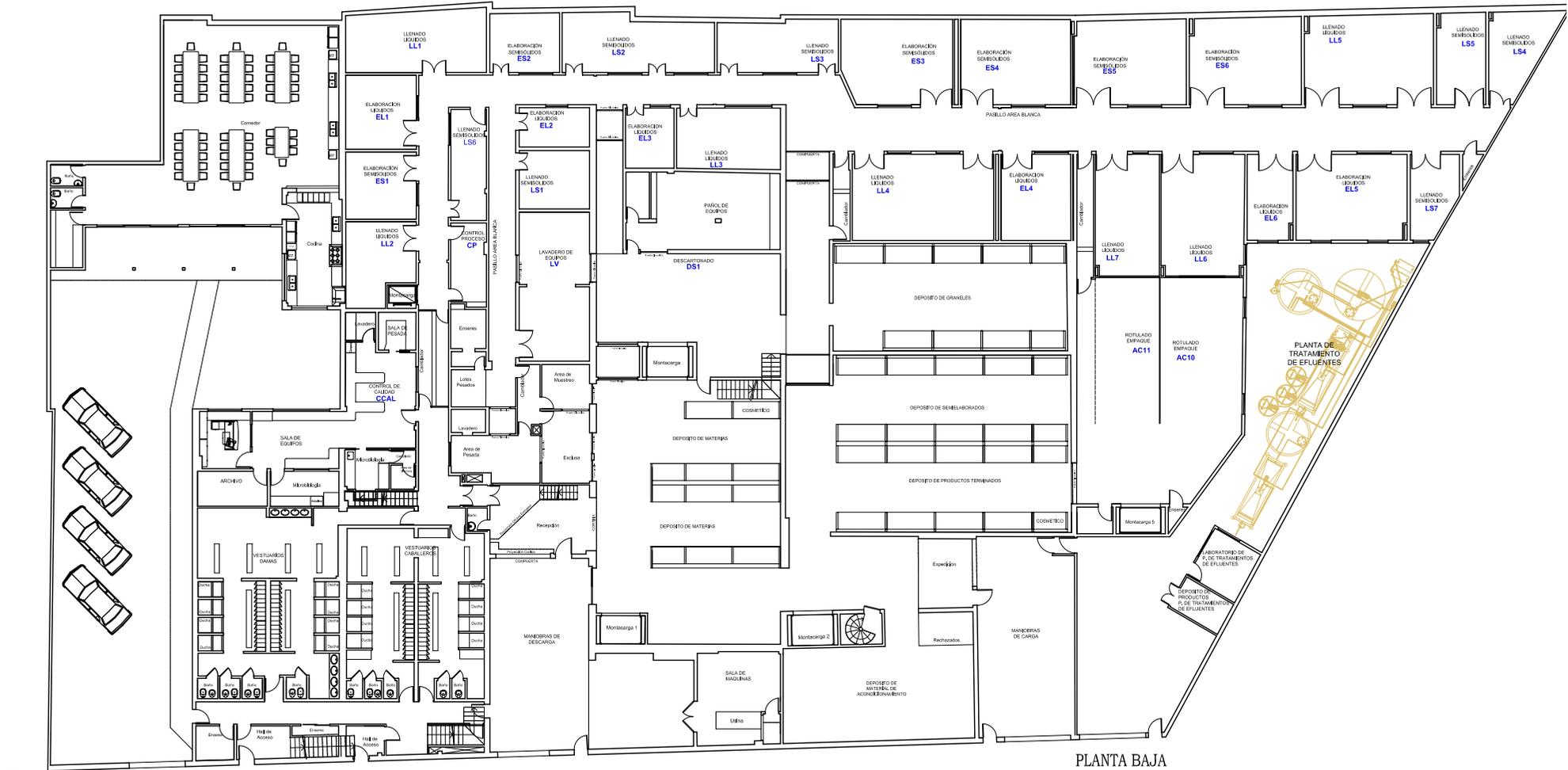
- Mantenimiento preventivo
- Interrupciones por demoras

Una vez identificados y de acuerdo a lo observado durante el estudio de tiempo pudimos estimar los porcentajes asociados a estos suplementos, siendo estos:

Tabla 47: Suplementos mejora 2

Suplementos	Porcentaje
Mantenimiento preventivo	6%
Interrupciones por demoras	6%
Total	12%

11.12. Plano PLANTA



11.13. Reducción de Transportes

En el siguiente cuadro podemos ver el cuadro de transportes involucrados en la producción de un lote

Tabla 48: Distancias de transportes internos

Transportes [metros]					
Tipo	Color	Descripcion	Distancia	Cantidad	SubTotal
RI + Jbe	Verde	Elaboracion de Liquido - Llenado de Liquido	13,1	1	13,1
RI + Jbe	Verde	Elaboracion de Liquidos - Deposito de Semieleborado	53,33	5	266,65
RI + Jbe	Verde	Deposito de Semielaborado - Llenado de Liquido	46,5	5	232,5
RI	Rosa	Llenado de Liquidos - Lavadero de Equipos	61,34	6	368,04
RI	Rosa	Lavadero de Equipos - Deposito de Graneles	61,34	6	368,04
RI	Rosa	Doposito de Graneles- Elaboracion de Liquidos	43,86	6	263,16
PP	Celeste	Llenado de Liquidos - Rotulado y Empaque	40,39	3	121,17
PF	Rojo	Rotulado y Empaque - Deposito de producto terminado	14,11	34	479,74
Total Antes de Mejora					2112,4
Reduccion					1632,66
Total Mejora 1					479,74

11.14. Programación de la producción- Antes de las Mejoras



Ilustración 47: Programación de la producción antes de mejoras

11.15. Programación de la producción- Mejora 1

- I - Carga del Reactor 1 con agua y azucar (23 min)
- II - Filtrado de la mezcla agua-azucar en el Reactor 2 (10 min)
- III - Limpieza del Reactor (20 min)
- IV - Llenado del Reactor 2 con materia prima (9 min)
- V - Elaboracion del jarabe (909 min)
- VI - Transvaso del jarabe al Reactor Intermedio (10 min)
- VII - Llenado y pesado del lote (370 min)
- VIII - Etiquetado (370 min)
- IX - Estuchado (370 min)
- X - Empaquetado (370 min)

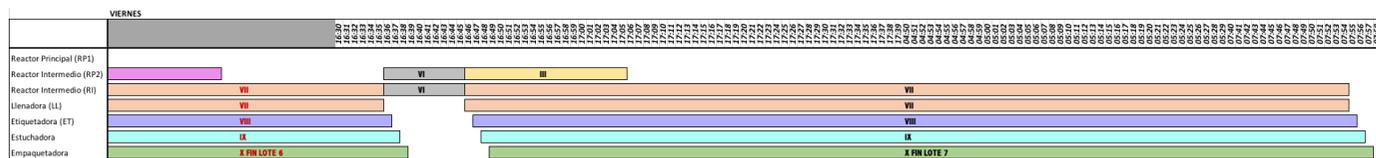
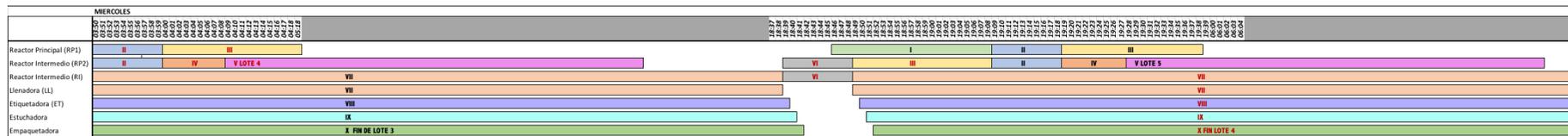
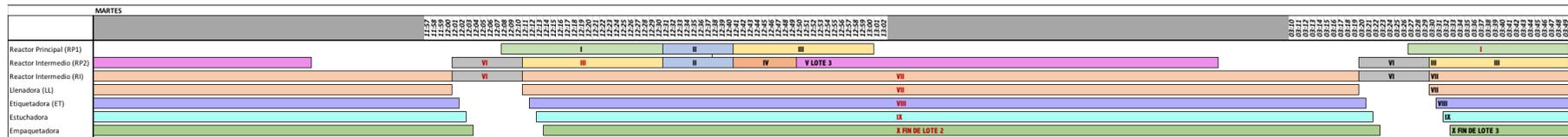
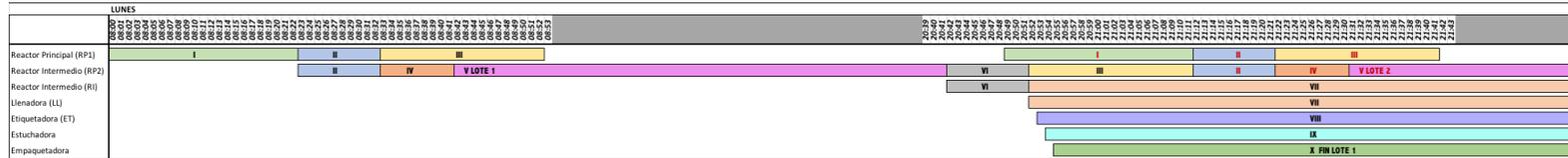


Ilustración 48: Programación de la producción mejora 1

11.16. Programación de la producción- Mejora 2

- I - Carga del Reactor 1 con agua y azucar (23 min)
- II - Filtrado de la mezcla agua-azucar en el Reactor 2 (10 min)
- III - Limpieza del Reactor (20 min)
- IV - Llenado del Reactor 2 con materia prima (9 min)
- V - Elaboracion del jarabe (720 min)
- VI - Transvaso del jarabe al Reactor Intermedio (10 min)
- VII - Llenado y pesado del lote (370 min)
- VIII - Etiquetado (370 min)
- IX - Estuchado (370 min)
- X - Empaquetado (370 min)

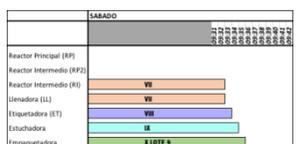
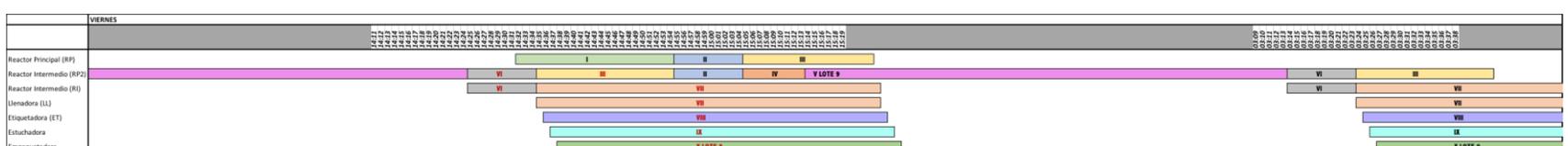
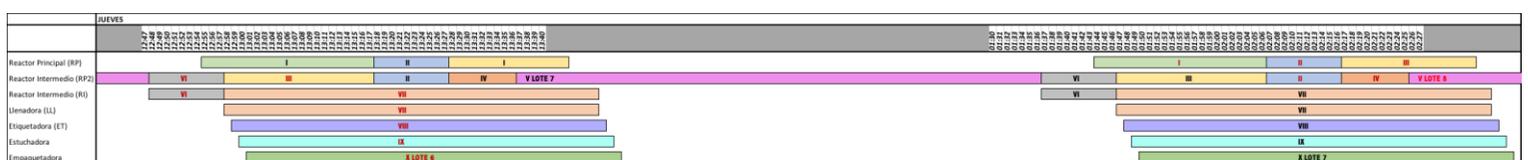
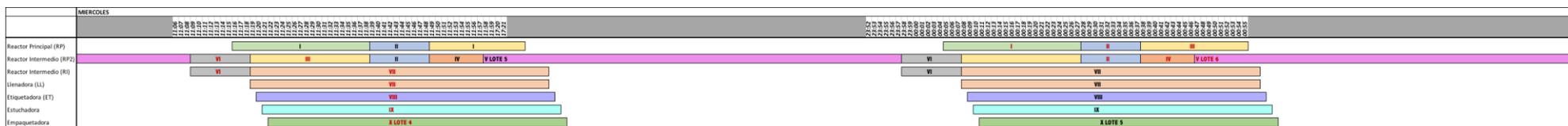
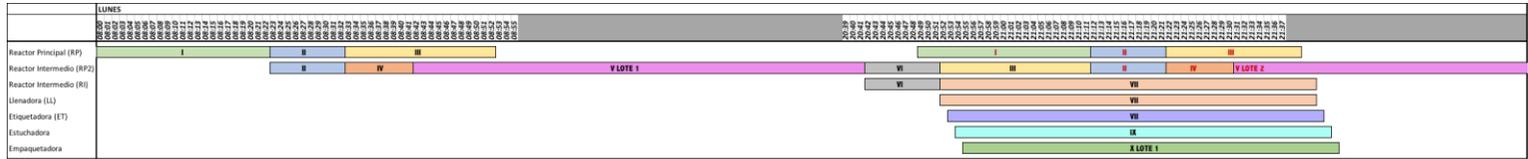


Ilustración 49: Programación de la producción mejor

11.17. Datos Punto de Equilibrio

Tabla 49: Punto de equilibrio

Q	Ingresos [P*Q]	Inv + CF	CT
0	0	\$ 7.947.760,00	\$ 7.947.760,00
500.000,00	1.688.700,00	\$ 7.947.760,00	\$ 8.316.881,89
1.000.000,00	3.377.400,00	\$ 7.947.760,00	\$ 8.686.003,78
1.500.000,00	5.066.100,00	\$ 7.947.760,00	\$ 9.055.125,68
2.000.000,00	6.754.800,00	\$ 7.947.760,00	\$ 9.424.247,57
2.500.000,00	8.443.500,00	\$ 7.947.760,00	\$ 9.793.369,46
3.011.477,67	10.170.964,67	\$ 7.947.760,00	\$ 10.170.964,67
3.500.000,00	11.820.900,00	\$ 7.947.760,00	\$ 10.531.613,25
4.000.000,00	13.509.600,00	\$ 7.947.760,00	\$ 10.900.735,14
4.500.000,00	15.198.300,00	\$ 7.947.760,00	\$ 11.269.857,03
5.000.000,00	16.887.000,00	\$ 7.947.760,00	\$ 11.638.978,92
5.500.000,00	18.575.700,00	\$ 7.947.760,00	\$ 12.008.100,82
6.000.000,00	20.264.400,00	\$ 7.947.760,00	\$ 12.377.222,71
6.500.000,00	21.953.100,00	\$ 7.947.760,00	\$ 12.746.344,60
7.000.000,00	23.641.800,00	\$ 7.947.760,00	\$ 13.115.466,49
7.500.000,00	25.330.500,00	\$ 7.947.760,00	\$ 13.484.588,39
8.000.000,00	27.019.200,00	\$ 7.947.760,00	\$ 13.853.710,28
8.500.000,00	28.707.900,00	\$ 7.947.760,00	\$ 14.222.832,17
9.000.000,00	30.396.600,00	\$ 7.947.760,00	\$ 14.591.954,06
9.500.000,00	32.085.300,00	\$ 7.947.760,00	\$ 14.961.075,96
10.000.000,00	33.774.000,00	\$ 7.947.760,00	\$ 15.330.197,85
10.500.000,00	35.462.700,00	\$ 7.947.760,00	\$ 15.699.319,74
11.000.000,00	37.151.400,00	\$ 7.947.760,00	\$ 16.068.441,63
11.500.000,00	38.840.100,00	\$ 7.947.760,00	\$ 16.437.563,53
12.000.000,00	40.528.800,00	\$ 7.947.760,00	\$ 16.806.685,42
12.500.000,00	42.217.500,00	\$ 7.947.760,00	\$ 17.175.807,31
13.000.000,00	43.906.200,00	\$ 7.947.760,00	\$ 17.544.929,20

11.18. Tasa de costo de capital

$$WACC = K_s * \frac{PN}{A} + K_d * \frac{P}{A} * (1 - t) =$$

Ks: Costo de oportunidad del capital, 26%.

PN/A: Porcentaje de capital propio de la empresa, 50%.

Kd: Tasa del préstamo, 29,33%.

P/A: Porcentaje de capital financiado, 50%.

1-t: Escudo fiscal, tomando tasa de impuesto a las ganancias de 35%.

$WACC = 26\% * 50\% + 29,33\% * 50\% * 65\% = 22,53$
--

Tasa del préstamo (kd)

El préstamo será otorgado por el Banco de la Provincia de Buenos Aires

Beneficiarios: Personas humanas y jurídicas, pertenecientes a todos los sectores de la actividad económica que desarrollen su actividad en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires y/o en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Destino: Financiamiento para la adquisición de bienes de capital nuevos y usados, nacionales y extranjeros, obra civil, tecnología y/o servicios para ser aplicados a la producción de bienes y servicios.

Exclusivamente para el sector agropecuario: implantación de pasturas, incremento y/o recomposición de rodeos vacunos de cría mediante la retención de terneras y/o vaquillonas. Compra de campos.

Monto máximo: Según calificación crediticia.

Porcentaje de Financiamiento:

Bienes nuevos: Hasta el 100% de la inversión neta de I.V.A.

Bienes usados: hasta el 100% del valor de tasación o compra neto de IVA, de ambos el menor.

Retención de hacienda: hasta el 80% del valor de tasación.

Compra de campos: hasta el 60% del menor valor de compra o tasación. Cuando el predio a adquirir no supere, en superficie de campos propios, el 50% de la explotación actual, dicho porcentaje podrá alcanzar el 75% y cuando no supere el 25% podrá financiarse el total.

Plazo: Hasta 60 meses con hasta 6 meses de gracia para el pago de capital. Para la compra de campos, el plazo de gracia podrá extenderse hasta 12 meses.

Forma de pago: Préstamo amortizable a interés vencido, aplicándose el sistema de amortización alemán. Capital e interés a abonarse en forma mensual.

Para el sector agropecuario: Capital e intereses deberán abonarse en forma mensual, trimestral o semestral, según la generación de recursos del solicitante.

Comisión de Otorgamiento: Exenta.

Garantías: A satisfacción del Banco.

11.19. Análisis de Sensibilidad

Tabla 50: Sensibilidad de la demanda

Sensibilidad Demanda		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TIR	VAN	PayBack
-20%	Unidades Desp	7.441.951,09	8.396.939,90	9.098.159,21	9.721.158,79	-27%	(\$ 6.093.389,64)	10,04
	Unidades Increm	3.161.673,90	3.666.107,21	3.916.771,02	4.258.173,42			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 25.134.445,62	\$ 28.359.824,83	\$ 30.728.122,91	\$ 32.832.241,69			
	Tot Ingresos Desp	\$ 24.757.428,94	\$ 27.934.427,45	\$ 30.267.201,07	\$ 32.339.758,06			
-15%	Unidades Desp	7.907.073,04	8.921.748,65	9.666.794,16	10.328.731,21	0%	(\$ 3.265.546,14)	4,0496
	Unidades Increm	3.626.795,84	4.190.915,95	4.485.405,97	4.865.745,84			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 26.705.348,47	\$ 30.132.313,88	\$ 32.648.630,60	\$ 34.884.256,79			
	Tot Ingresos Desp	\$ 26.304.768,24	\$ 29.680.329,17	\$ 32.158.901,14	\$ 34.360.992,94			
-10%	Unidades Desp	8.372.194,98	9.446.557,39	10.235.429,11	10.936.303,63	20%	(\$ 437.702,65)	2,5363
	Unidades Increm	4.091.917,78	4.715.724,70	5.054.040,93	5.473.318,27			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 28.276.251,32	\$ 31.904.802,93	\$ 34.569.138,28	\$ 36.936.271,90			
	Tot Ingresos Desp	\$ 27.852.107,55	\$ 31.426.230,89	\$ 34.050.601,20	\$ 36.382.227,82			
-5%	Unidades Desp	8.837.316,92	9.971.366,13	10.804.064,06	11.543.876,06	37%	\$ 2.390.140,85	1,8463
	Unidades Increm	4.557.039,73	5.240.533,44	5.622.675,88	6.080.890,69			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 29.847.154,17	\$ 33.677.291,98	\$ 36.489.645,96	\$ 38.988.287,00			
	Tot Ingresos Desp	\$ 29.399.446,86	\$ 33.172.132,60	\$ 35.942.301,27	\$ 38.403.462,70			
0%	Unidades Desp	9.302.438,87	10.496.174,88	11.372.699,01	12.151.448,48	53%	\$ 5.217.984,35	1,4515
	Unidades Increm	5.022.161,67	5.765.342,19	6.191.310,83	6.688.463,11			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 31.418.057,02	\$ 35.449.781,03	\$ 38.410.153,64	\$ 41.040.302,11			
	Tot Ingresos Desp	\$ 30.946.786,17	\$ 34.918.034,32	\$ 37.834.001,34	\$ 40.424.697,57			
5%	Unidades Desp	9.767.560,81	11.020.983,62	11.941.333,96	12.759.020,91	69%	\$ 8.045.827,84	1,1958
	Unidades Increm	5.487.283,61	6.290.150,93	6.759.945,78	7.296.035,54			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 32.988.959,88	\$ 37.222.270,08	\$ 40.330.661,32	\$ 43.092.317,21			
	Tot Ingresos Desp	\$ 32.494.125,48	\$ 36.663.936,03	\$ 39.725.701,40	\$ 42.445.932,45			
10%	Unidades Desp	10.232.682,75	11.545.792,37	12.509.968,91	13.366.593,33	83%	\$ 10.873.671,34	1,0166
	Unidades Increm	5.952.405,56	6.814.959,67	7.328.580,73	7.903.607,96			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 34.559.862,73	\$ 38.994.759,14	\$ 42.251.169,01	\$ 45.144.332,32			
	Tot Ingresos Desp	\$ 34.041.464,79	\$ 38.409.837,75	\$ 41.617.401,47	\$ 44.467.167,33			
15%	Unidades Desp	10.697.804,70	12.070.601,11	13.078.603,86	13.974.165,76	98%	\$ 13.701.514,84	0,8842
	Unidades Increm	6.417.527,50	7.339.768,42	7.897.215,68	8.511.180,39			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 36.130.765,58	\$ 40.767.248,19	\$ 44.171.676,69	\$ 47.196.347,42			
	Tot Ingresos Desp	\$ 35.588.804,09	\$ 40.155.739,46	\$ 43.509.101,54	\$ 46.488.402,21			
20%	Unidades Desp	11.162.926,64	12.595.409,85	13.647.238,81	14.581.738,18	112%	\$ 16.529.358,33	0,7823
	Unidades Increm	6.882.649,44	7.864.577,16	8.465.850,63	9.118.752,81			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 37.701.668,43	\$ 42.539.737,24	\$ 46.092.184,37	\$ 49.248.362,53			
	Tot Ingresos Desp	\$ 37.136.143,40	\$ 41.901.641,18	\$ 45.400.801,61	\$ 48.509.637,09			
25%	Unidades Desp	11.628.048,58	13.120.218,60	14.215.873,76	15.189.310,60	125%	\$ 19.357.201,83	0,7014
	Unidades Increm	7.347.771,39	8.389.385,91	9.034.485,58	9.726.325,23			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 39.272.571,28	\$ 44.312.226,29	\$ 48.012.692,05	\$ 51.300.377,63			
	Tot Ingresos Desp	\$ 38.683.482,71	\$ 43.647.542,90	\$ 47.292.501,67	\$ 50.530.871,97			
30%	Unidades Desp	12.093.170,53	13.645.027,34	14.784.508,72	15.796.883,03	139%	\$ 22.185.045,33	0,6357
	Unidades Increm	7.812.893,33	8.914.194,65	9.603.120,53	10.333.897,66			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 40.843.474,13	\$ 46.084.715,34	\$ 49.933.199,74	\$ 53.352.392,74			
	Tot Ingresos Desp	\$ 40.230.822,02	\$ 45.393.444,61	\$ 49.184.201,74	\$ 52.552.106,85			
35%	Unidades Desp	12.558.292,47	14.169.836,09	15.353.143,67	16.404.455,45	152%	\$ 25.012.888,82	0,5813
	Unidades Increm	8.278.015,27	9.439.003,39	10.171.755,48	10.941.470,08			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 42.414.376,98	\$ 47.857.204,39	\$ 51.853.707,42	\$ 55.404.407,84			
	Tot Ingresos Desp	\$ 41.778.161,33	\$ 47.139.346,33	\$ 51.075.901,81	\$ 54.573.341,73			
40%	Unidades Desp	13.023.414,41	14.694.644,83	15.921.778,62	17.012.027,88	166%	\$ 27.840.732,32	0,5354
	Unidades Increm	8.743.137,22	9.963.812,14	10.740.390,43	11.549.042,51			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 43.985.279,83	\$ 49.629.693,45	\$ 53.774.215,10	\$ 57.456.422,95			
	Tot Ingresos Desp	\$ 43.325.500,64	\$ 48.885.248,04	\$ 52.967.601,87	\$ 56.594.576,60			
45%	Unidades Desp	13.488.536,36	15.219.453,57	16.490.413,57	17.619.600,30	179%	\$ 30.668.575,82	0,4963
	Unidades Increm	9.208.259,16	10.488.620,88	11.309.025,38	12.156.614,93			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 45.556.182,69	\$ 51.402.182,50	\$ 55.694.722,78	\$ 59.508.438,05			
	Tot Ingresos Desp	\$ 44.872.839,95	\$ 50.631.149,76	\$ 54.859.301,94	\$ 58.615.811,48			

Sensibilidad Demanda

		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TIR	VAN	PayBack
50%	Unidades Desp	13.953.658,30	15.744.262,32	17.059.048,52	18.227.172,72	192%	\$ 33.496.419,31	0,4625
	Unidades Increm	9.673.381,10	11.013.429,63	11.877.660,33	12.764.187,35			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 47.127.085,54	\$ 53.174.671,55	\$ 57.615.230,46	\$ 61.560.453,16			
	Tot Ingresos Desp	\$ 46.420.179,25	\$ 52.377.051,48	\$ 56.751.002,01	\$ 60.637.046,36			
55%	Unidades Desp	14.418.780,24	16.269.071,06	17.627.683,47	18.834.745,15	205%	\$ 36.324.262,81	0,433
	Unidades Increm	10.138.503,04	11.538.238,37	12.446.295,28	13.371.759,78			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 48.697.988,39	\$ 54.947.160,60	\$ 59.535.738,15	\$ 63.612.468,27			
	Tot Ingresos Desp	\$ 47.967.518,56	\$ 54.122.953,19	\$ 58.642.702,07	\$ 62.658.281,24			
60%	Unidades Desp	14.883.902,18	16.793.879,80	18.196.318,42	19.442.317,57	218%	\$ 39.152.106,31	0,407
	Unidades Increm	10.603.624,99	12.063.047,11	13.014.930,23	13.979.332,20			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 50.268.891,24	\$ 56.719.649,65	\$ 61.456.245,83	\$ 65.664.483,37			
	Tot Ingresos Desp	\$ 49.514.857,87	\$ 55.868.854,91	\$ 60.534.402,14	\$ 64.679.516,12			
65%	Unidades Desp	15.349.024,13	17.318.688,55	18.764.953,37	20.049.890,00	231%	\$ 41.979.949,80	0,384
	Unidades Increm	11.068.746,93	12.587.855,86	13.583.565,18	14.586.904,63			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 51.839.794,09	\$ 58.492.138,70	\$ 63.376.753,51	\$ 67.716.498,48			
	Tot Ingresos Desp	\$ 51.062.197,18	\$ 57.614.756,62	\$ 62.426.102,21	\$ 66.700.751,00			
70%	Unidades Desp	15.814.146,07	17.843.497,29	19.333.588,32	20.657.462,42	244%	\$ 44.807.793,30	0,3634
	Unidades Increm	11.533.868,87	13.112.664,60	14.152.200,13	15.194.477,05			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 53.410.696,94	\$ 60.264.627,76	\$ 65.297.261,19	\$ 69.768.513,58			
	Tot Ingresos Desp	\$ 52.609.536,49	\$ 59.360.658,34	\$ 64.317.802,27	\$ 68.721.985,88			
75%	Unidades Desp	16.279.268,01	18.368.306,04	19.902.223,27	21.265.034,85	257%	\$ 47.635.636,80	0,3449
	Unidades Increm	11.998.990,82	13.637.473,35	14.720.835,09	15.802.049,48			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 54.981.599,79	\$ 62.037.116,81	\$ 67.217.768,87	\$ 71.820.528,69			
	Tot Ingresos Desp	\$ 54.156.875,80	\$ 61.106.560,05	\$ 66.209.502,34	\$ 70.743.220,76			
80%	Unidades Desp	16.744.389,96	18.893.114,78	20.470.858,22	21.872.607,27	270%	\$ 50.463.480,29	0,3283
	Unidades Increm	12.464.112,76	14.162.282,09	15.289.470,04	16.409.621,90			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 56.552.502,64	\$ 63.809.605,86	\$ 69.138.276,56	\$ 73.872.543,79			
	Tot Ingresos Desp	\$ 55.704.215,10	\$ 62.852.461,77	\$ 68.101.202,41	\$ 72.764.455,63			
85%	Unidades Desp	17.209.511,90	19.417.923,52	21.039.493,17	22.480.179,69	282%	\$ 53.291.323,79	0,3131
	Unidades Increm	12.929.234,70	14.687.090,83	15.858.104,99	17.017.194,32			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 58.123.405,50	\$ 65.582.094,91	\$ 71.058.784,24	\$ 75.924.558,90			
	Tot Ingresos Desp	\$ 57.251.554,41	\$ 64.598.363,49	\$ 69.992.902,48	\$ 74.785.690,51			
90%	Unidades Desp	17.674.633,84	19.942.732,27	21.608.128,12	23.087.752,12	295%	\$ 56.119.167,29	0,2993
	Unidades Increm	13.394.356,65	15.211.899,58	16.426.739,94	17.624.766,75			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 59.694.308,35	\$ 67.354.583,96	\$ 72.979.291,92	\$ 77.976.574,00			
	Tot Ingresos Desp	\$ 58.798.893,72	\$ 66.344.265,20	\$ 71.884.602,54	\$ 76.806.925,39			
95%	Unidades Desp	18.139.755,79	20.467.541,01	22.176.763,07	23.695.324,54	308%	\$ 58.947.010,78	0,2867
	Unidades Increm	13.859.478,59	15.736.708,32	16.995.374,89	18.232.339,17			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 61.265.211,20	\$ 69.127.073,01	\$ 74.899.799,60	\$ 80.028.589,11			
	Tot Ingresos Desp	\$ 60.346.233,03	\$ 68.090.166,92	\$ 73.776.302,61	\$ 78.828.160,27			
100%	Unidades Desp	18.604.877,73	20.992.349,76	22.745.398,02	24.302.896,97	321%	\$ 61.774.854,28	0,275
	Unidades Increm	14.324.600,53	16.261.517,06	17.564.009,84	18.839.911,60			
	Ing Antes Imp Desp	\$ 62.836.114,05	\$ 70.899.562,06	\$ 76.820.307,29	\$ 82.080.604,21			
	Tot Ingresos Desp	\$ 61.893.572,34	\$ 69.836.068,63	\$ 75.668.002,68	\$ 80.849.395,15			

Tabla 51: Sensibilidad mano de obra

Sensibilidad Mano de Obra		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TIR	VAN	PayBack
-95%	MO Despues	(21.124,69)	(21.124,69)	(21.124,69)	(21.124,69)	57,05%	\$ 5.862.204,80	1,38547
	Egresos Despues	(310.180,28)	(346.507,79)	(373.338,06)	(397.036,29)			
-90%	MO Despues	(42.249,39)	(42.249,39)	(42.249,39)	(42.249,39)	56,86%	\$ 5.828.298,46	1,38879
	Egresos Despues	(331.304,98)	(367.632,49)	(394.462,76)	(418.160,98)			
-85%	MO Despues	(63.374,08)	(63.374,08)	(63.374,08)	(63.374,08)	56,67%	\$ 5.794.392,12	1,39213
	Egresos Despues	(352.429,67)	(388.757,18)	(415.587,45)	(439.285,68)			
-80%	MO Despues	(84.498,78)	(84.498,78)	(84.498,78)	(84.498,78)	56,48%	\$ 5.760.485,78	1,39549
	Egresos Despues	(373.554,37)	(409.881,88)	(436.712,15)	(460.410,37)			
-75%	MO Despues	(105.623,47)	(105.623,47)	(105.623,47)	(105.623,47)	56,29%	\$ 5.726.579,44	1,39886
	Egresos Despues	(394.679,06)	(431.006,57)	(457.836,84)	(481.535,06)			
-70%	MO Despues	(126.748,17)	(126.748,17)	(126.748,17)	(126.748,17)	56,09%	\$ 5.692.673,10	1,40225
	Egresos Despues	(415.803,75)	(452.131,27)	(478.961,54)	(502.659,76)			
-65%	MO Despues	(147.872,86)	(147.872,86)	(147.872,86)	(147.872,86)	55,90%	\$ 5.658.766,76	1,40566
	Egresos Despues	(436.928,45)	(473.255,96)	(500.086,23)	(523.784,45)			
-60%	MO Despues	(168.997,56)	(168.997,56)	(168.997,56)	(168.997,56)	55,71%	\$ 5.624.860,42	1,40908
	Egresos Despues	(458.053,14)	(494.380,65)	(521.210,92)	(544.909,15)			
-55%	MO Despues	(190.122,25)	(190.122,25)	(190.122,25)	(190.122,25)	55,52%	\$ 5.590.954,08	1,41252
	Egresos Despues	(479.177,84)	(515.505,35)	(542.335,62)	(566.033,84)			
-50%	MO Despues	(211.246,94)	(211.246,94)	(211.246,94)	(211.246,94)	55,33%	\$ 5.557.047,74	1,41597
	Egresos Despues	(500.302,53)	(536.630,04)	(563.460,31)	(587.158,54)			
-45%	MO Despues	(232.371,64)	(232.371,64)	(232.371,64)	(232.371,64)	55,14%	\$ 5.523.141,40	1,41945
	Egresos Despues	(521.427,23)	(557.754,74)	(584.585,01)	(608.283,23)			
-40%	MO Despues	(253.496,33)	(253.496,33)	(253.496,33)	(253.496,33)	54,95%	\$ 5.489.235,06	1,42294
	Egresos Despues	(542.551,92)	(578.879,43)	(605.709,70)	(629.407,92)			
-35%	MO Despues	(274.621,03)	(274.621,03)	(274.621,03)	(274.621,03)	54,75%	\$ 5.455.328,72	1,42644
	Egresos Despues	(563.676,61)	(600.004,13)	(626.834,40)	(650.532,62)			
-30%	MO Despues	(295.745,72)	(295.745,72)	(295.745,72)	(295.745,72)	54,56%	\$ 5.421.422,38	1,42997
	Egresos Despues	(584.801,31)	(621.128,82)	(647.959,09)	(671.657,31)			

Sensibilidad Mano de Obra

		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TIR	VAN	PayBack
-25%	MO Despues Egresos Despues	(316.870,42) (605.926,00)	(316.870,42) (642.253,51)	(316.870,42) (669.083,78)	(316.870,42) (692.782,01)	54,37%	\$ 5.387.516,04	1,43351
-20%	MO Despues Egresos Despues	(337.995,11) (627.050,70)	(337.995,11) (663.378,21)	(337.995,11) (690.208,48)	(337.995,11) (713.906,70)	54,18%	\$ 5.353.609,70	1,43707
-15%	MO Despues Egresos Despues	(359.119,80) (648.175,39)	(359.119,80) (684.502,90)	(359.119,80) (711.333,17)	(359.119,80) (735.031,40)	53,99%	\$ 5.319.703,36	1,44064
-10%	MO Despues Egresos Despues	(380.244,50) (669.300,09)	(380.244,50) (705.627,60)	(380.244,50) (732.457,87)	(380.244,50) (756.156,09)	53,79%	\$ 5.285.797,02	1,44424
-5%	MO Despues Egresos Despues	(401.369,19) (690.424,78)	(401.369,19) (726.752,29)	(401.369,19) (753.582,56)	(401.369,19) (777.280,79)	53,60%	\$ 5.251.890,68	1,44785
0%	MO Despues Egresos Despues	(422.493,89) (711.549,48)	(422.493,89) (747.876,99)	(422.493,89) (774.707,26)	(422.493,89) (798.405,48)	53,41%	\$ 5.217.984,35	1,45148
5%	MO Despues Egresos Despues	(443.618,58) (732.674,17)	(443.618,58) (769.001,68)	(443.618,58) (795.831,95)	(443.618,58) (819.530,17)	53,22%	\$ 5.184.078,01	1,45513
10%	MO Despues Egresos Despues	(464.743,28) (753.798,86)	(464.743,28) (790.126,38)	(464.743,28) (816.956,65)	(464.743,28) (840.654,87)	53,03%	\$ 5.150.171,67	1,4588
15%	MO Despues Egresos Despues	(485.867,97) (774.923,56)	(485.867,97) (811.251,07)	(485.867,97) (838.081,34)	(485.867,97) (861.779,56)	52,83%	\$ 5.116.265,33	1,46248
20%	MO Despues Egresos Despues	(506.992,67) (796.048,25)	(506.992,67) (832.375,76)	(506.992,67) (859.206,03)	(506.992,67) (882.904,26)	52,64%	\$ 5.082.358,99	1,46619
25%	MO Despues Egresos Despues	(528.117,36) (817.172,95)	(528.117,36) (853.500,46)	(528.117,36) (880.330,73)	(528.117,36) (904.028,95)	52,45%	\$ 5.048.452,65	1,46991
30%	MO Despues Egresos Despues	(549.242,05) (838.297,64)	(549.242,05) (874.625,15)	(549.242,05) (901.455,42)	(549.242,05) (925.153,65)	52,26%	\$ 5.014.546,31	1,47365
35%	MO Despues Egresos Despues	(570.366,75) (859.422,34)	(570.366,75) (895.749,85)	(570.366,75) (922.580,12)	(570.366,75) (946.278,34)	52,06%	\$ 4.980.639,97	1,47742
40%	MO Despues Egresos Despues	(591.491,44) (880.547,03)	(591.491,44) (916.874,54)	(591.491,44) (943.704,81)	(591.491,44) (967.403,03)	51,87%	\$ 4.946.733,63	1,4812

Sensibilidad Mano de Obra

		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TIR	VAN	PayBack
45%	MO Despues	(612.616,14)	(612.616,14)	(612.616,14)	(612.616,14)	51,68%	\$ 4.912.827,29	1,485
	Egresos Despues	(901.671,72)	(937.999,24)	(964.829,51)	(988.527,73)			
50%	MO Despues	(633.740,83)	(633.740,83)	(633.740,83)	(633.740,83)	51,48%	\$ 4.878.920,95	1,48882
	Egresos Despues	(922.796,42)	(959.123,93)	(985.954,20)	(1.009.652,42)			
55%	MO Despues	(654.865,53)	(654.865,53)	(654.865,53)	(654.865,53)	51,29%	\$ 4.845.014,61	1,49266
	Egresos Despues	(943.921,11)	(980.248,62)	(1.007.078,89)	(1.030.777,12)			
60%	MO Despues	(675.990,22)	(675.990,22)	(675.990,22)	(675.990,22)	51,10%	\$ 4.811.108,27	1,49651
	Egresos Despues	(965.045,81)	(1.001.373,32)	(1.028.203,59)	(1.051.901,81)			
65%	MO Despues	(697.114,91)	(697.114,91)	(697.114,91)	(697.114,91)	50,90%	\$ 4.777.201,93	1,50039
	Egresos Despues	(986.170,50)	(1.022.498,01)	(1.049.328,28)	(1.073.026,51)			
70%	MO Despues	(718.239,61)	(718.239,61)	(718.239,61)	(718.239,61)	50,71%	\$ 4.743.295,59	1,50429
	Egresos Despues	(1.007.295,20)	(1.043.622,71)	(1.070.452,98)	(1.094.151,20)			
75%	MO Despues	(739.364,30)	(739.364,30)	(739.364,30)	(739.364,30)	50,52%	\$ 4.709.389,25	1,50821
	Egresos Despues	(1.028.419,89)	(1.064.747,40)	(1.091.577,67)	(1.115.275,90)			
80%	MO Despues	(760.489,00)	(760.489,00)	(760.489,00)	(760.489,00)	50,32%	\$ 4.675.482,91	1,51215
	Egresos Despues	(1.049.544,59)	(1.085.872,10)	(1.112.702,37)	(1.136.400,59)			
85%	MO Despues	(781.613,69)	(781.613,69)	(781.613,69)	(781.613,69)	50,13%	\$ 4.641.576,57	1,51611
	Egresos Despues	(1.070.669,28)	(1.106.996,79)	(1.133.827,06)	(1.157.525,28)			
90%	MO Despues	(802.738,39)	(802.738,39)	(802.738,39)	(802.738,39)	49,94%	\$ 4.607.670,23	1,5201
	Egresos Despues	(1.091.793,97)	(1.128.121,49)	(1.154.951,76)	(1.178.649,98)			
95%	MO Despues	(823.863,08)	(823.863,08)	(823.863,08)	(823.863,08)	49,74%	\$ 4.573.763,89	1,5241
	Egresos Despues	(1.112.918,67)	(1.149.246,18)	(1.176.076,45)	(1.199.774,67)			
100%	MO Despues	(844.987,78)	(844.987,78)	(844.987,78)	(844.987,78)	49,55%	\$ 4.539.857,56	1,52812
	Egresos Despues	(1.134.043,36)	(1.170.370,87)	(1.197.201,14)	(1.220.899,37)			

Tabla 52: Sensibilidad del dólar

Sensibilidad Inversion					
		Año 0	TIR	VAN	PayBack
-95%	Inversion	\$ 397.388,00	1151,80%	\$ 12.768.356,35	0,072574057
	Dólar	\$ 0,90			
-90%	Inversion	\$ 794.776,00	583,93%	\$ 12.370.968,35	0,145148114
	Dólar	\$ 1,80			
-85%	Inversion	\$ 1.192.164,00	393,68%	\$ 11.973.580,35	0,21772217
	Dólar	\$ 2,70			
-80%	Inversion	\$ 1.589.552,00	297,82%	\$ 11.576.192,35	0,290296227
	Dólar	\$ 3,60			
-75%	Inversion	\$ 1.986.940,00	239,73%	\$ 11.178.804,35	0,362870284
	Dólar	\$ 4,51			
-70%	Inversion	\$ 2.384.328,00	200,55%	\$ 10.781.416,35	0,435444341
	Dólar	\$ 5,41			
-65%	Inversion	\$ 2.781.716,00	172,20%	\$ 10.384.028,35	0,508018398
	Dólar	\$ 6,31			
-60%	Inversion	\$ 3.179.104,00	150,65%	\$ 9.986.640,35	0,580592454
	Dólar	\$ 7,21			
-55%	Inversion	\$ 3.576.492,00	133,64%	\$ 9.589.252,35	0,653166511
	Dólar	\$ 8,11			
-50%	Inversion	\$ 3.973.880,00	119,83%	\$ 9.191.864,35	0,725740568
	Dólar	\$ 9,01			
-45%	Inversion	\$ 4.371.268,00	108,36%	\$ 8.794.476,35	0,798314625
	Dólar	\$ 9,91			
-40%	Inversion	\$ 4.768.656,00	98,65%	\$ 8.397.088,35	0,870888682
	Dólar	\$ 10,81			
-35%	Inversion	\$ 5.166.044,00	90,31%	\$ 7.999.700,35	0,943462739
	Dólar	\$ 11,71			
-30%	Inversion	\$ 5.563.432,00	83,06%	\$ 7.602.312,35	1,016036795
	Dólar	\$ 12,61			

Sensibilidad Inversion

		Año 0	TIR	VAN	PayBack
-25%	Inversion	\$ 5.960.820,00	76,67%	\$ 7.204.924,35	1,088610852
	Dólar	\$ 13,52			
-20%	Inversion	\$ 6.358.208,00	71,01%	\$ 6.807.536,35	1,161184909
	Dólar	\$ 14,42			
-15%	Inversion	\$ 6.755.596,00	65,93%	\$ 6.410.148,35	1,233758966
	Dólar	\$ 15,32			
-10%	Inversion	\$ 7.152.984,00	61,35%	\$ 6.012.760,35	1,306333023
	Dólar	\$ 16,22			
-5%	Inversion	\$ 7.550.372,00	57,20%	\$ 5.615.372,35	1,378907079
	Dólar	\$ 17,12			
0%	Inversion	\$ 7.947.760,00	53,41%	\$ 5.217.984,35	1,451481136
	Dólar	\$ 18,02			
5%	Inversion	\$ 8.345.148,00	49,93%	\$ 4.820.596,35	1,524055193
	Dólar	\$ 18,92			
10%	Inversion	\$ 8.742.536,00	46,73%	\$ 4.423.208,35	1,59662925
	Dólar	\$ 19,82			
15%	Inversion	\$ 9.139.924,00	43,76%	\$ 4.025.820,35	1,669203307
	Dólar	\$ 20,72			
20%	Inversion	\$ 9.537.312,00	41,01%	\$ 3.628.432,35	1,741777363
	Dólar	\$ 21,62			
25%	Inversion	\$ 9.934.700,00	38,44%	\$ 3.231.044,35	1,81435142
	Dólar	\$ 22,53			
30%	Inversion	\$ 10.332.088,00	36,04%	\$ 2.833.656,35	1,886925477
	Dólar	\$ 23,43			
35%	Inversion	\$ 10.729.476,00	33,80%	\$ 2.436.268,35	1,959499534
	Dólar	\$ 24,33			
40%	Inversion	\$ 11.126.864,00	31,68%	\$ 2.038.880,35	2,032073591
	Dólar	\$ 25,23			

Sensibilidad Inversion

		Año 0	TIR	VAN	PayBack
45%	Inversion	\$ 11.524.252,00	29,69%	\$ 1.641.492,35	2,104647647
	Dólar	\$ 26,13			
50%	Inversion	\$ 11.921.640,00	27,81%	\$ 1.244.104,35	2,177221704
	Dólar	\$ 27,03			
55%	Inversion	\$ 12.319.028,00	26,03%	\$ 846.716,35	2,249795761
	Dólar	\$ 27,93			
60%	Inversion	\$ 12.716.416,00	24,34%	\$ 449.328,35	2,322369818
	Dólar	\$ 28,83			
65%	Inversion	\$ 13.113.804,00	22,74%	\$ 51.940,35	2,394943875
	Dólar	\$ 29,73			
70%	Inversion	\$ 13.511.192,00	21,21%	(\$ 345.447,65)	2,467517931
	Dólar	\$ 30,63			
75%	Inversion	\$ 13.908.580,00	19,76%	(\$ 742.835,65)	2,540091988
	Dólar	\$ 31,54			
80%	Inversion	\$ 14.305.968,00	18,37%	(\$ 1.140.223,65)	2,612666045
	Dólar	\$ 32,44			
85%	Inversion	\$ 14.703.356,00	17,04%	(\$ 1.537.611,65)	2,685240102
	Dólar	\$ 33,34			
90%	Inversion	\$ 15.100.744,00	15,77%	(\$ 1.934.999,65)	2,757814159
	Dólar	\$ 34,24			
95%	Inversion	\$ 15.498.132,00	14,55%	(\$ 2.332.387,65)	2,830388216
	Dólar	\$ 35,14			
100%	Inversion	\$ 15.895.520,00	13,38%	(\$ 2.729.775,65)	2,902962272
	Dólar	\$ 36,04			