



Proyecto Final de Ingeniería Industrial

Automatizado del Proceso de Picking de un Almacén

Autores:

Marcos Aberastury

Tomás Stegmann

Tomás Trujillo

Docente Guía:

Iván Vilaboa

Año 2013

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del presente estudio es el análisis de distintas alternativas de automatizado del proceso de picking en un almacén de una droguería. Actualmente, el centro opera en su mayoría de forma manual, salvo un sector que se encuentra automatizado.

La empresa proyecta un incremento de la demanda a satisfacer en los próximos años, con la apertura de nuevas farmacias y el incremento anual de pedidos en cada una de ellas. Por lo tanto, la implementación de una nueva alternativa buscará aumentar la productividad por operario y así poder satisfacer los pedidos en tiempo y forma.

Para el análisis del proyecto, se tuvieron en cuenta variables macroeconomías, como la inflación y la tasa de cambio. Éstas se estimaron y se proyectaron en el tiempo para analizar qué incidencia tendrían en el análisis financiero del proyecto.

A su vez, el aumento de la productividad disminuye la necesidad de contratar nuevo personal, lo cual trae aparejado un ahorro en salarios. Teniendo en cuenta los egresos originados por la inversión inicial y el mantenimiento de la máquina, se realizó un estudio financiero a partir del análisis de un flujo de fondos.

Se analizó la implementación del automatizado en distintos escenarios posibles, en los cuales la demanda podía variar frente a la proyectada. Frente a estos distintos escenarios, se consideró la posibilidad de realizar la inversión de etapas.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the different alternatives for automating the picking process in a drugstore warehouse. Currently, the center operates mostly manually, with a sector that is automated.

For the coming years, the company estimates an increase in the demand, with the opening of new pharmacies and the annual increase of orders in each one. Therefore, the implementation of a new alternative will seek to increase productivity per worker and thus to fulfill orders in a timely manner.

For the analysis of the project, we considered macroeconomics variables such as inflation and the exchange rate. These were estimated and projected for the next years, to analyze the impact they would have on the financial analysis of the project.

The increase in productivity decreases the need to hire new staff, which brings savings in wages. Considering the expenses caused by the initial investment and maintenance of the machine, a financial study was done by analyzing a flow of funds.

Automated implementation was analyzed in different scenarios, in which demand could vary against the one projected. Given these scenarios, we considered the possibility of investing in different stages.

CONTENIDO

1	Introducción	1
1.1	Descripción de la estructura del proyecto.....	1
1.2	Presentación del proyecto.....	1
1.3	Introducción a los costos del almacén	2
1.3.1	Costos de Picking	4
2	Descripción de la situación actual	7
2.1	Descripción de las instalaciones	7
2.1.1	Planta Baja	7
2.1.2	Planta Alta.....	8
2.2	Herramientas utilizadas para el picking.....	9
2.3	Descripción de los productos	10
2.4	Descripción de las operaciones	13
2.4.1	Recepción de pedido	13
2.4.2	Reposición del stock	14
2.4.3	Armado de los pedidos	15
2.4.4	Despacho	19
2.5	Organización de los operarios	20
2.6	Selección del sector a automatizar.....	22
3	Selección del automatizado	23
3.1	Proyecciones de la demanda.....	23
4	Cálculo de variables	27
4.1	Proyecciones Macroeconómicas	27
4.1.1	Inflación	27
4.1.2	Tasa de cambio	28
4.2	Cálculo de la Tasa de Descuento	30
4.2.1	Costo de capital	30
4.2.2	Beta.....	30
4.2.3	Determinación de la estructura óptima de capital	31
5	Automatizado sector éticos manual	33
5.1	Descripción A-Frame	33
5.2	Análisis de la implementación del automatizado.....	35
5.3	Evaluación por escenarios	37

Automatizado del Proceso de Pickcing en un Almacén

5.4	Inversión en etapas	39
5.5	Elección de la manera de invertir	41
6	Descripción de alternativas	43
6.1	Picking by Voice	43
6.2	Pick to light	44
6.3	Pick by Vision	45
6.4	Elección del A-Frame	46
7	Implementación del automatizado	47
7.1	Pasos a seguir	47
7.2	Colocación dentro del Lay Out	47
7.3	Instalación del A-Frame	49
7.3.1	Montaje mecánico	49
7.3.2	Montaje de estanterías	49
7.3.3	Verificación mecánica	49
7.3.4	Montaje eléctrico	49
7.3.5	Verificación eléctrica	49
7.3.6	Validación del conjunto	50
7.4	Puesta en Marcha	50
7.5	Cronograma de Instalación	50
8	CONCLUSIONES	53
9	Lista de Tablas	55
10	Lista de Figuras	56
11	Bibliografía	57

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la estructura del proyecto

El presente proyecto tratará sobre el automatizado del proceso de picking del almacén de una droguería de distribución masiva. La estructura del documento es la que sigue.

El capítulo 1 introduce brevemente a la situación actual de la droguería y sus proyecciones para los próximos años, y como se define la estructura de costos en un almacén.

El capítulo 2 presenta una descripción más detallada de la situación actual, del layout, descripción de los productos tratados y de los procesos desarrollados en el almacén. Además se describe la cantidad de operarios trabajando allí y los costos asociados a salarios. Finalmente, se justifica la selección del sector a automatizar.

En el capítulo 3 se muestran las proyecciones de demanda para los próximos años y se selecciona el área a automatizar.

En el capítulo 4 se analizan distintas variables macro económicas que inciden directamente en el proyecto. También se calcula la tasa de descuento del proyecto y se elige la estructura óptima de capital.

En el capítulo 5 se describe una opción de automatizado, el A-Frame. Se calcula el Flujo de Fondos del proyecto y se analiza la posibilidad de que se presenten diferentes escenarios futuros.

En el capítulo 6 se hace una descripción de distintas alternativas para el semi automatizado y la justificación de la elección del A-Frame.

El capítulo 7 presenta la implementación del automatizado.

En el capítulo 8 se desarrollan las conclusiones.

1.2 Presentación del proyecto

El Proyecto Final se enfocará en el análisis del sistema de picking de una droguería de distribución masiva. El almacén se encuentra ubicado en la localidad de Chacarita, Ciudad de Buenos Aires, y él abastece una red propia de 120 farmacias ubicadas principalmente en la provincia de Buenos Aires.

Actualmente se está operando bajo un sistema de preparación tradicional en donde el operario recorre por pasillos las posiciones de picking preparando con radio frecuencia varios puntos de venta a la vez. Este es un método de picking para zonas manuales. El operario utiliza un dispositivo de mano que le muestra una lista de artículos, exhibida en una pantalla, para ser seleccionados desde las posiciones del almacén. El sistema es el que indica las operaciones a realizar optimizando los recorridos de los operarios de forma que se minimicen los movimientos. Permite conocer en tiempo real el estado de los pedidos y las incidencias producidas como la variación del stock ya que este se actualiza en el momento que se realiza el picking.

Automatizado del Proceso de Picking en un Almacén

Dado la gran cantidad de SKU que trabaja el punto de venta y siendo estos puntos de proximidad, se produce un gran porcentaje de picking en unidades. Esto redundará en un bajo nivel de productividad.

La compañía cuenta en esta plataforma un robot que ha permitido ganar en productividad de picking para un grupo limitado de skus del total de surtido trabajado. Existen oportunidades de ampliar este sistema de picking para medicamentos invirtiendo en nuevo equipamiento. Adicionalmente se verifican traslados de pedidos ya preparados desde las áreas de preparación hasta despacho que podrían ser optimizados por medio del uso de cintas transportadoras para disminuir desplazamientos del personal.

Frente a estas alternativas se presenta la necesidad de evaluar que tecnologías implementar, un cambio en la metodología de procedimiento, la redefinición del layout de la planta y el análisis de repago de las inversiones. Con la opción de la tecnificación de las operaciones se buscará mejorar la productividad de su personal, disminuir los tiempos de respuesta a sus puntos de venta y bajar el nivel de errores de preparación.

La empresa busca ampliar a un total de 150 farmacias para el año que viene, y a unas 300 para el 2018. Se estima que las farmacias tendrán un incremento del 3% anual de sus ventas.

Para la realización del proyecto, se utilizó la información y los datos provistos por la empresa analizada, con su consentimiento. Sin embargo, se optó por mantener el nombre de la compañía en el anonimato.

1.3 Introducción a los costos del almacén

Dentro de los costos logísticos, los puntos más importantes a considerar en el almacén en cuestión son, en orden de importancia, los recursos humanos, los fletes y el costo del alquiler.¹ El transporte no pertenece al *core business* de la empresa y actualmente se encuentra tercerizado, lo que limita el campo de acción.

Para ver la importancia relativa de los costos asociados a la preparación de pedidos (Picking), nos focalizamos en ver la distribución de costos del almacén. Al ser un centro con mano de obra intensiva y relativamente poca automatización, la mayor porción de los costos se los lleva la mano de obra, seguido por el espacio necesario.

¹ Datos aportados por gerente de la droguería

Área	% Costo Almacén
Mano de obra	45,7%
Espacio	21,5%
Materiales	8,3%
Equipos/Instalaciones	6,9%
Energía	4,4%
Otros	13,2%
TOTAL	100%

Tabla 1. Costos almacén

Dentro de los costos de un almacén, la mayor parte de ellos está asociado con los procesos de preparación de pedidos. Los procesos de picking no son solo importantes por el costo directo que tienen asociado, sino también porque una mala preparación se traduce en errores que van a parar directamente al cliente, impactando en su satisfacción y causando costos adicionales a la empresa como pueden ser reenvíos o devoluciones. Es por eso que el área de preparación de pedidos suele considerarse como el área prioritaria para las mejoras productivas.

El almacén a tratar se ajusta a lo descrito anteriormente, donde el mayor costo se debe a la mano de obra, que está destinada en su gran mayoría a la preparación de pedidos. A continuación puede verse la distribución de los operarios fijos del almacén entre los distintos sectores:

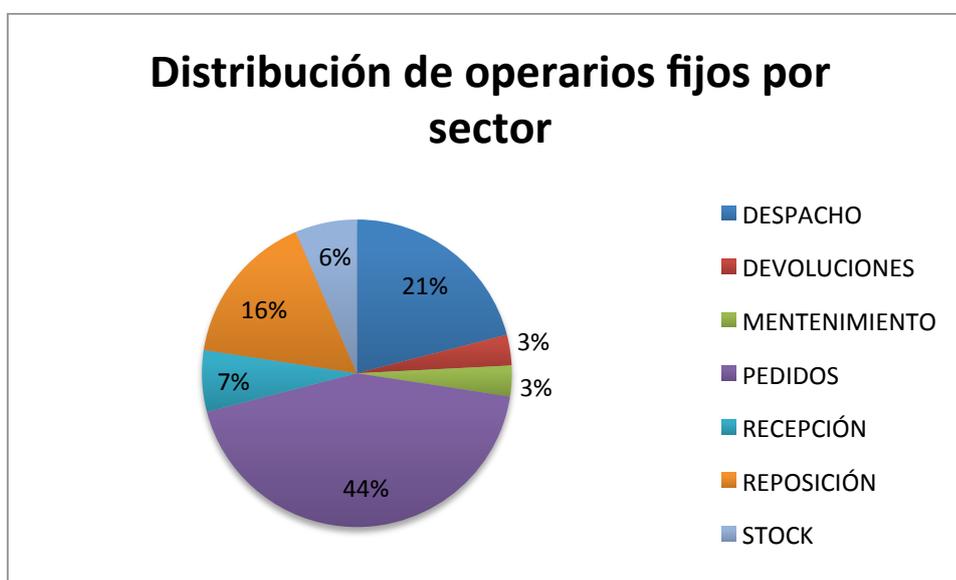


Figura 1. Distribución de los operarios entre los distintos sectores. Elaboración propia a partir de datos de la droguería

1.3.1 Costos de Picking

Los costos asociados al proceso de picking pueden ser desglosados de la siguiente manera de acuerdo a las distintas operaciones que se llevan a cabo:

Recorrido	35%
Extracción	25%
Preparativos	20%
Acondicionado	20%

Tabla 2. Operaciones de picking

Los preparativos son las tareas asociadas al comienzo del pedido, los carros y cajas vacías. Luego está el recorrido que involucra tareas como el movimiento del operario entre posiciones mientras arma el pedido. Las tareas de extracción son las que se deben a productos que no están dispuestos al alcance del operario, dificultando la tarea de extracción y aumentando sus costos. El acondicionado es el empaquetado, cerrado y etiquetado del pedido.

Si eliminamos la parte previa de preparativos y la parte final de acondicionado, y nos centramos en el proceso de picking puro obtenemos el siguiente gráfico:

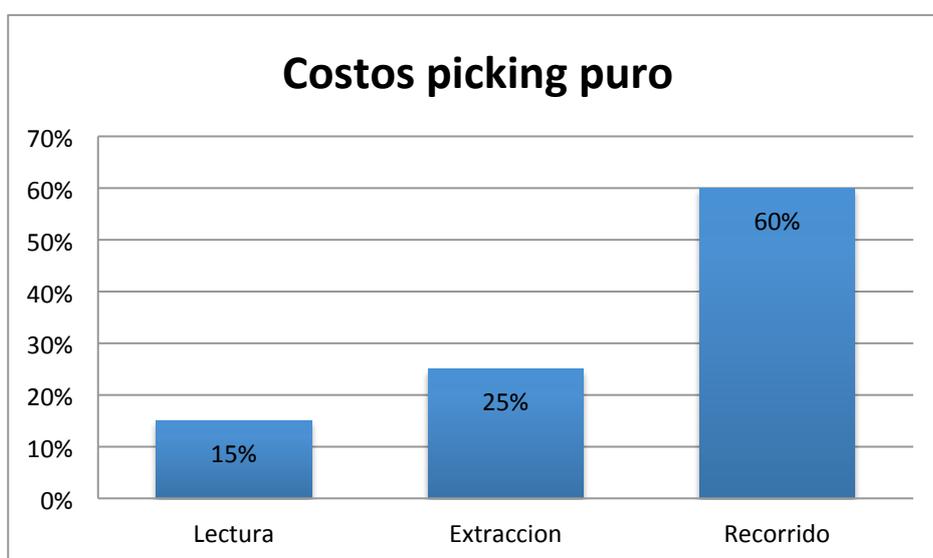


Figura 2. Costos del picking puro.

En función del tiempo dedicado, a mayor cantidad de horas de Mano de obra, mayor serán los costos del armado de los pedidos. Mediante la automatización se logrará

disminuir los tiempos de lectura, de extracción y de recorrido, disminuyendo de esta forma los costos asociados a la mano de obra pero aumentando los costos de las Instalaciones/Equipamientos.

Capítulo 2

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Descripción de las instalaciones

El almacén se divide en dos plantas. En la planta baja se encuentran la zona de recepción, despacho y los productos de droguería mientras en la planta alta se encuentran los productos de consumo masivo.

El almacén cuenta además con 2 montacargas. El primero conecta la planta alta con el sector de recepción, para la reposición del stock. El otro conecta la planta alta con el sector de despacho, para bajar los cadys cargados.

2.1.1 Planta Baja

En la sección del despacho (a la izquierda del plano) se acumulan los pedidos preparados, que luego son cargados en los camiones. En la zona central se encuentra la recepción, donde los proveedores descargan los pedidos, y hay una zona intermedia (o de mercadería en tránsito) donde los productos ya registrados esperan ser retirados por la gente de reposición. Las áreas pintadas en distintos colores corresponden a distintos tipos de productos detallados en el las referencias, con la particularidad de que los productos refrigerados tienen que estar cerca de la zona de despacho porque deben ser los últimos en cargarse, y que tanto los reactivos de diagnóstico como algunos éticos deben estar bajo llave. La planta baja también posee un sector automatizado que cuenta con un robot llamado “Neopharma”.

Lay Out – PB

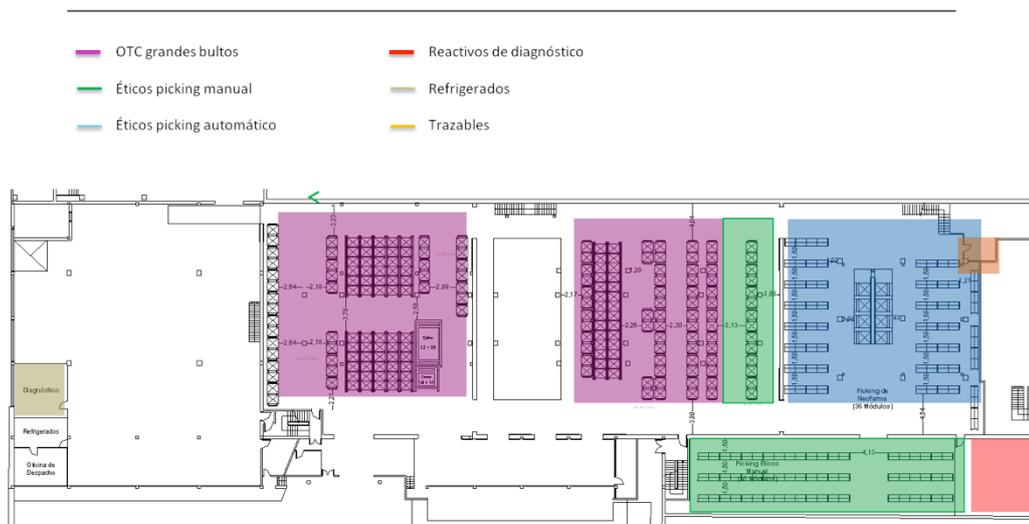


Figura 3. Lay Out de la planta baja del almacén

2.1.2 Planta Alta

Aquí encuentran los productos de consumo masivo. Esta disposición se debe a que la planta alta tiene techos de mayor altura, lo que permite almacenar una mayor cantidad de productos. Al igual que en la planta baja, ésta se encuentra dividida en distintos sectores según el tipo de producto, habiendo un sector que debe tener custodia y un sector para los psicotrópicos que debe estar bajo llave.

Lay Out – PA



Figura 4. Lay Out de la planta alta del almacén. Facilitado por la droguería

2.2 Herramientas utilizadas para el picking



Figura 5. Chaca



Figura 6. Cady



Figura 7. City



Figura 8. Carro utilizado para picking

2.3 Descripción de los productos

De acuerdo a lo presentado en la descripción de las instalaciones, los medicamentos pueden ser clasificados según el tipo de venta en dos grandes categorías: los de venta libre (OTC) y los medicamentos éticos o de venta bajo receta.

Los primeros, conocidos como OTC (over the counter, sobre el mostrador), se diferencian de los últimos en que pueden ser adquiridos sin prescripción médica, es decir, sin receta. Los segundos, llamados medicamentos éticos se deben vender con receta, y deben exhibir en sus cajas y prospecto la leyenda: "venta bajo receta", ya que se trata de drogas que si no son administradas bajo la prescripción médica pueden producir efectos colaterales o adversos.

Existe una diferencia entre unidades e ítems, al realizar el pickeo cada SKU representa un ítem pero el operario puede agarrar una o más unidades. En productos masivos, la relación de unidades/ítem es mayor que en otros productos. La droguería abastece a las distintas farmacias cerca de 100.000 unidades por día o 30.000 ítems por día. La distribución de los ítems y unidades entre las distintas categorías se asemeja a las siguientes:

Sector	Unidades/Día
OTC	70%
Éticos	30%

Tabla 3. Distribución de las unidades vendidas en las distintas categorías

Sector	Ítems/Día
OTC	30%
Éticos	70%

Tabla 4. Distribución de los ítems vendidos en las distintas categorías

A partir de las tablas anteriores, se puede observar que los productos del sector OTC son de carácter más masivo que los éticos ya que por cada ítem vendido hay una mayor cantidad de unidades. Por otro lado, el picking de los éticos presenta mayor desafío porque el operario debe estar recogiendo una mayor cantidad de productos distintos lo que hace que el proceso sea un poco más complejo.

En cuanto a la productividad de los operarios de los distintos sectores, ésta variará según lo que se esté midiendo. Si se está midiendo la productividad en unidades, el sector OTC tiene una mejor productividad por operario debiéndose esto a que cada vez que frenan frente a un ítem recogen una mayor cantidad de unidades. Pero esto repercute en su productividad por ítem, ya que cada vez que se frenan frente a un

Categoría	Cantidad	Porcentaje
SKU éticos manual	1338	62,7%
SKU éticos Neopharma	797	37,3%
Total	2137	100%

Tabla 7. Distribución de los éticos

Rotación Promedio	Ítems	Porcentaje en Ítems	Unidades	Porcentaje en Unidades
Éticos Manual	11557	59,3%	23740	59,1%
Éticos Neopharma	7931	40,7%	16447	40,9%
Total	19488	100%	40187	100%

Tabla 8. Rotación promedio diaria de los éticos según su categoría

La razón por la cual la empresa decidió automatizar los productos de mediana y baja rotación antes que los de alta rotación fue debido a que se perdía mucho tiempo en los recorridos. La productividad en ítems era similar a la de los productos de alta rotación, pero en unidades era menor, haciéndolo el sector más ineficiente.

2.4 Descripción de las operaciones

2.4.1 Recepción de pedido

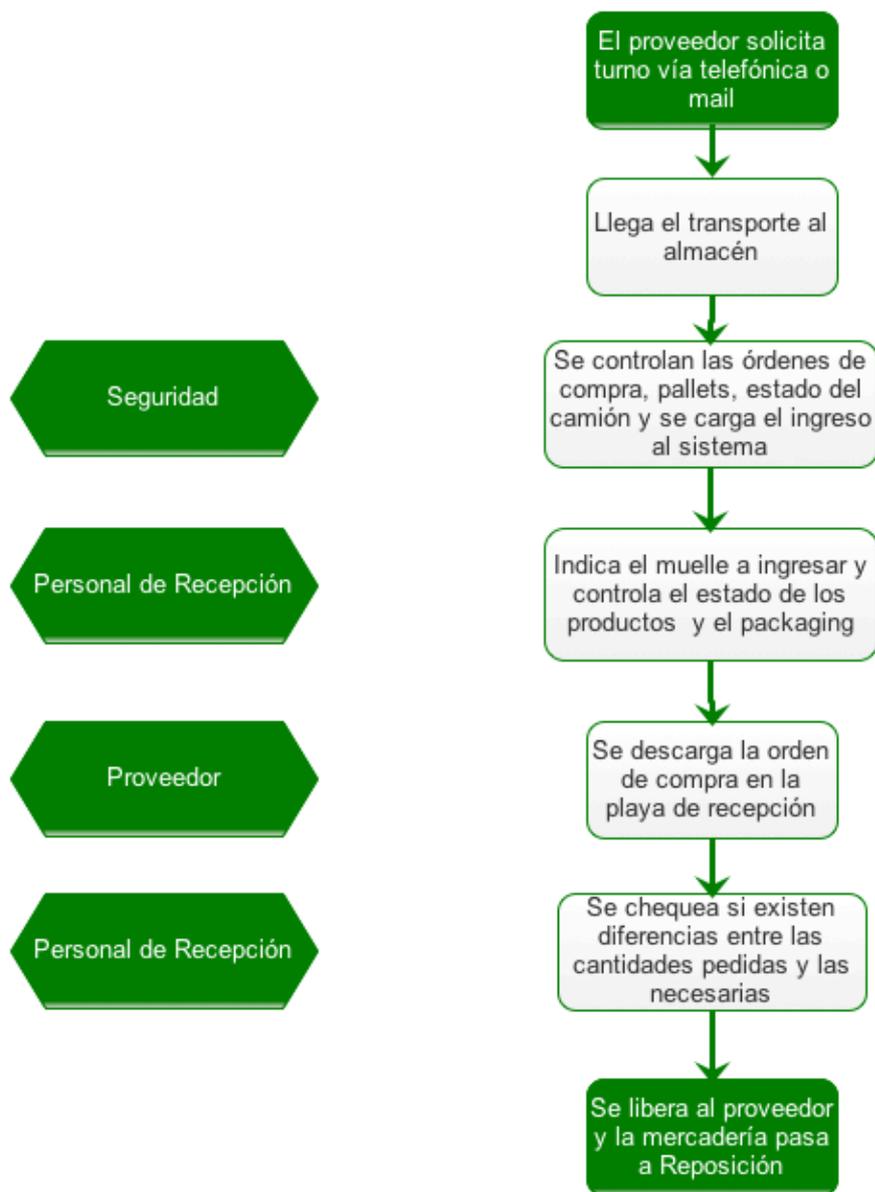


Figura 9. Flujograma del proceso de recepción

Actualmente el sector de recepción de pedidos tiene una productividad de:

- 44.000 unidades por día
- 60 órdenes de compra por día

2.4.2 Reposición del stock

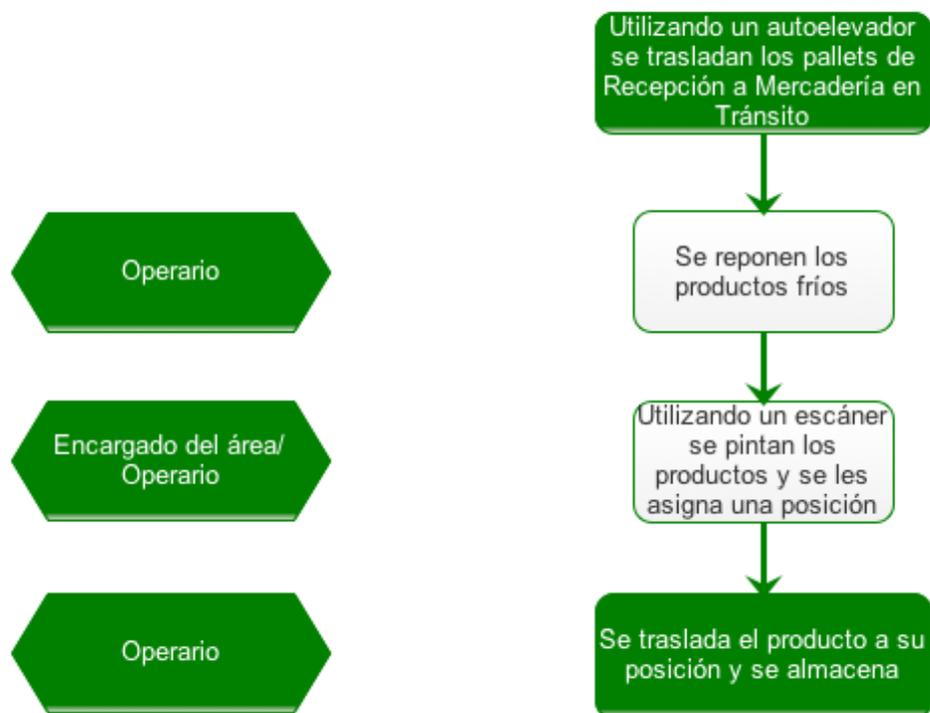


Figura 10. Flujograma proceso de reposición

Cada pasillo cuenta con estanterías de cinco niveles. Las tres inferiores corresponden al picking por que están al alcance del operario y las dos superiores se utilizan para almacenar los productos y reponer las posiciones de picking cuando sea necesario.

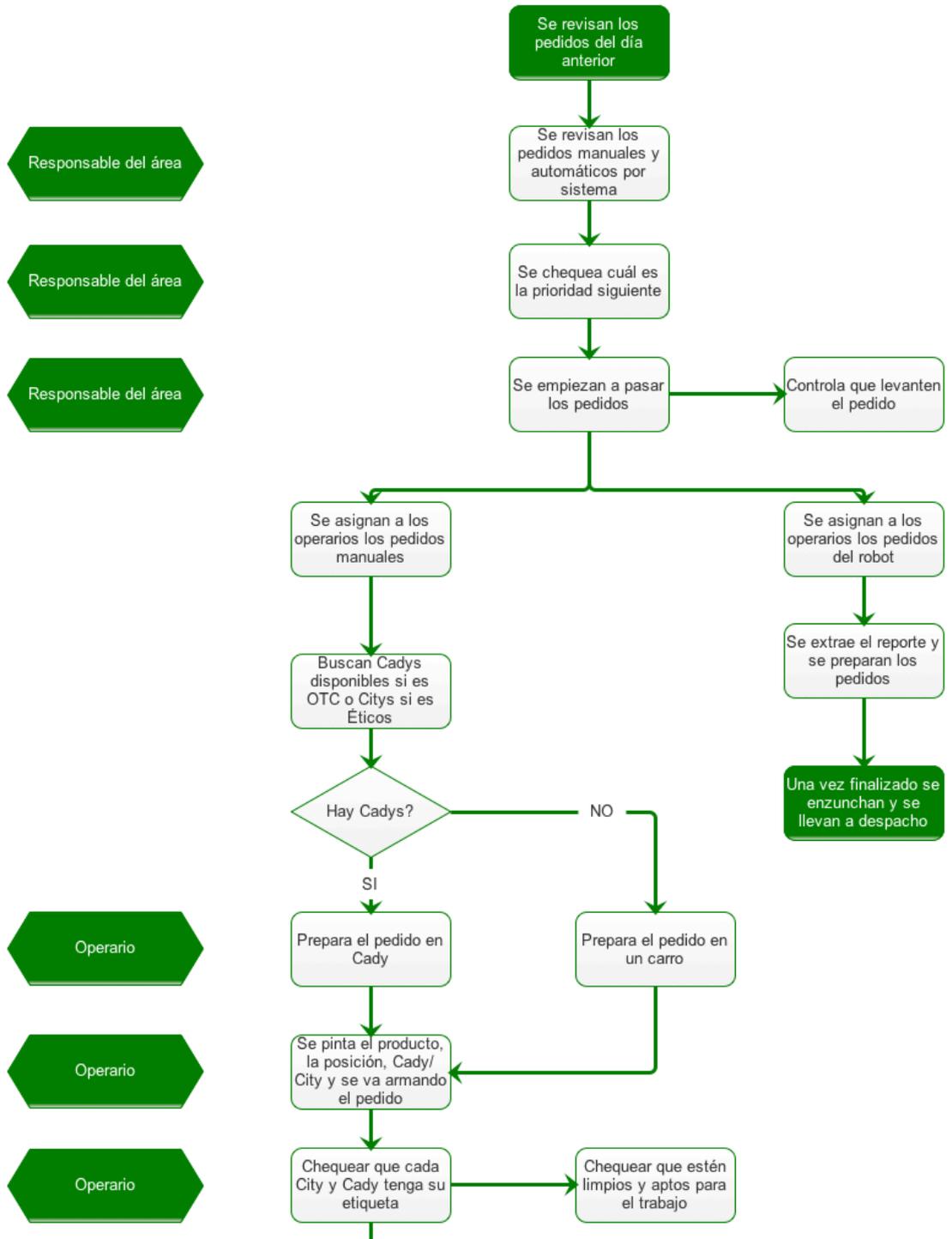
La productividad del sector reposición es:

- 43.000 unidades por día
- 1.000 Movimientos por día

Existen 3 tipos de movimientos: de reposición a storage, de storage a picking o directamente de reposición a picking.

2.4.3 Armado de los pedidos

Se revisan los pedidos en el sistema y se chequea su prioridad. Una parte de los pedidos se realizan de forma automatizada y el resto por pickeo manual.



Automatizado del Proceso de Pickcing en un Almacén

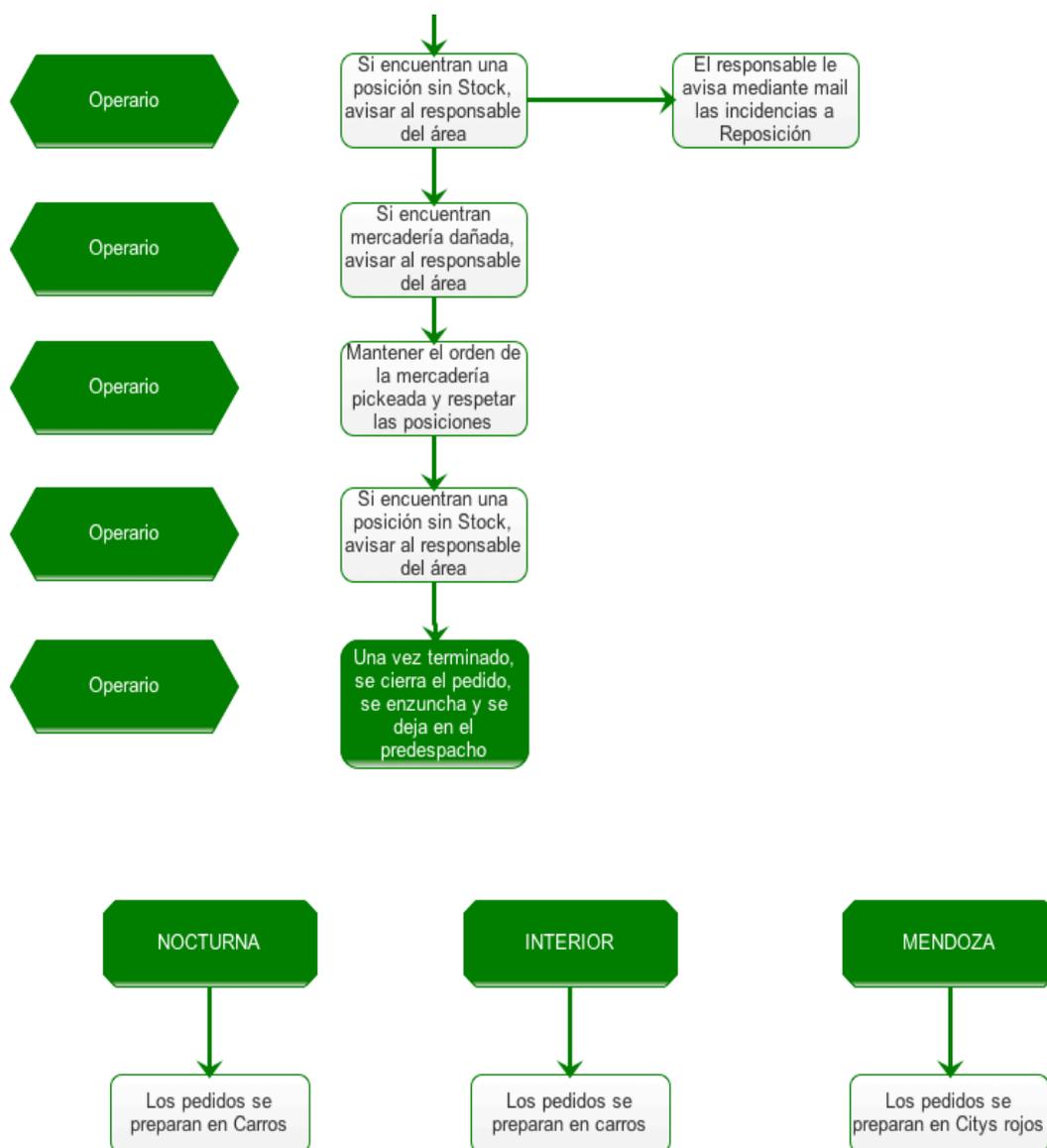


Figura 11. Flujoograma proceso de armado procesos

2.4.3.1 Automatizado

El robot (Neopharma) es utilizado para artículos de mediana y baja rotación para aprovechar la mayor productividad posible. Su mantenimiento es muy sencillo y en caso de algún desperfecto no es necesario recurrir a terceros, los mismos operarios están capacitados para resolver los inconvenientes. Se desarrolló un software de interfaz el cual vincula el sistema operativo del robot al sistema empleado por el centro de distribución.

Tiene varias bandejas ubicadas a ambos lados de una cinta transportadora. Las bandejas están fraccionadas con canales de distintos espesores para ubicar los productos. Cuando se carga el pedido, automáticamente se expiden los productos que caen en la cinta. Al extremo de la cinta se juntan en una caja y el pedido se lleva a

despacho. Este sistema tiene limitaciones para trabajar con ciertos productos que la maquina no puede expedir por distintas razones:

- Productos frágiles, como frascos de vidrios que al expedir la máquina y caer en la cinta pueden sufrir roturas.
- Productos de gran tamaño que no entran en los canales de la robótica.
- Productos de gran tamaño que si bien entran en los canales, sería en pocas unidades y no justificaría su pronta reposición.

Un total de cinco operarios trabajan con el robot. Se encargan de reponer los productos en los canales en las bandejas y de armar la caja con los pedidos. Tienen una productividad de 1531 ítems promedio por día.



Figura 12. Neopharma

2.4.3.2 Picking manual

El responsable del área mediante el sistema de software le asigna labores al operario. Esto quiere decir, que le asigna al operario que mercadería debe preparar. El sistema mediante el uso del scanner le muestra al operario la posición a la que debe ir a preparar el pedido. La posición está identificada con 5 números y un código de barras.



Figura 13. Código de barras

Los números que se presentan en la foto anterior tienen el siguiente significado:

Sector – Pasillo – Rack – Nivel – Posición

Con el escáner pinta la posición indicada, pinta el producto y recoge la cantidad pedida. Luego pinta el Cady o City donde va a depositar dicha mercadería. De esta manera vincula el producto seleccionado con un City específico.

El Cady es un carro que puede almacenar hasta 15 Citys. El City es la unidad mínima para el armado de pedidos. Es una caja plástica con las siguientes dimensiones: 60cm de ancho, 40 cm de largo y 40 cm de alto.

Repite sucesivamente el proceso hasta terminar con el pedido y en el sistema de radio frecuencia le figure la siguiente labor asignada por el responsable. En caso de encontrar una posición sin Stock o si encuentra mercadería dañada, el operario le debe avisar al responsable de área que lo comunica a Reposición.

En el sistema el responsable del área, puede ver online las labores asignadas a cada operario y la cantidad de ítems / unidades que este lleva pickeadas hasta el momento. Así como cuando cierra un pedido o se sale del sistema. Una vez terminado el día, el sistema permite arrojar un reporte por preparador con las cantidades en ítems y unidades pickeadas total.

La productividad de los operarios en el picking manual es de 663 ítems promedio por persona por día, con un porcentaje de errores en pickeo del 1.12 % de las unidades despachadas.

2.4.4 Despacho

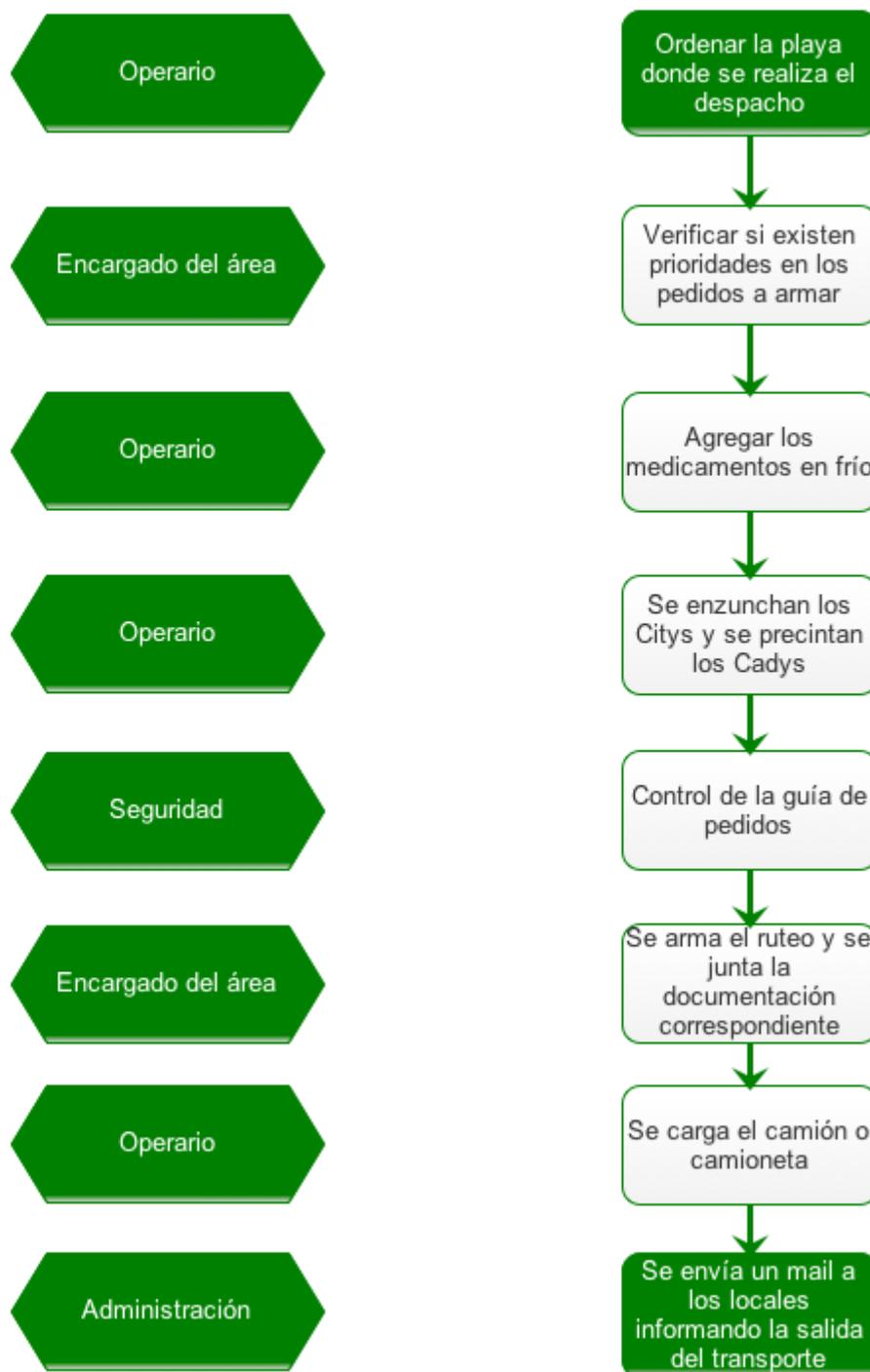


Figura 14. Flujograma proceso de despacho

En el caso de que exista alguna diferencia entre la guía de pedidos y lo físico cuando el personal de seguridad realiza el control, el responsable de área debe corregir la guía.

Automatizado del Proceso de Pickcing en un Almacén

Cuando la carga del camión supera cierto monto monetario, se lo acompaña con custodia hasta su destino.

En la playa de despacho, los cadys son ordenados en sectores por prioridad de entrega y por locales.

2.5 Organización de los operarios

El trabajo en el almacén se encuentra organizado en dos turnos: el primer turno del día desde las 6 hasta las 14, y el segundo turno desde las 14 hasta las 22 horas. La empresa contrata operarios temporales para cubrir los picos de demanda que se pueden presentar, y la eventual ausencia de algún operario fijo.

A continuación se presenta una tabla con datos del año 2013:

Personal Fijo					
Sector	Turno		Inasistencias Diarias	Operarios extras al 50%	Operarios extras al 100%
	Mañana	Tarde			
Despacho	7	6			
Devoluciones	2	0			
Mantenimiento	1	1			
Pedidos	15	12	4,6	2	0
Recepción	4	0			
Reposición	6	4			
Stock	3	1			

Personal Eventual					
Sector	Turno		Inasistencias Diarias	Operarios extras al 50%	Operarios extras al 100%
	Mañana	Tarde			
Despacho					
Devoluciones					
Mantenimiento					
Pedidos	20		1,3	0,125	0
Recepción					
Reposición					
Stock					

Tabla 9. Distribución de los operarios por sectores

El cálculo de las inasistencias se realizó consiguiendo el número promedio de ausencias de cada día. Tal como puede verse, el cálculo arroja que en promedio cerca de 6 operarios (entre personal fijo y eventuales) faltan cada mes lo que significa un costo

para la empresa. A su vez, también puede observarse que poco más de 2 operarios se encuentran realizando horas extras al 50% por mes.

Se puede observar en la tabla que el número de operarios requeridos para los pedidos es ampliamente superior a los requeridos en los demás sectores, incurriendo a mayores costos en cuanto al pago de salarios. El salario bruto de los operarios fijos es de 11.000 \$/mes, mientras que el costo laboral es de 16.000 \$/mes. Los operarios temporales, contratados por agencia, tienen un salario bruto de 19.800 \$/mes.

En la figura se muestran los costos totales por operarios fijos en cada sector:

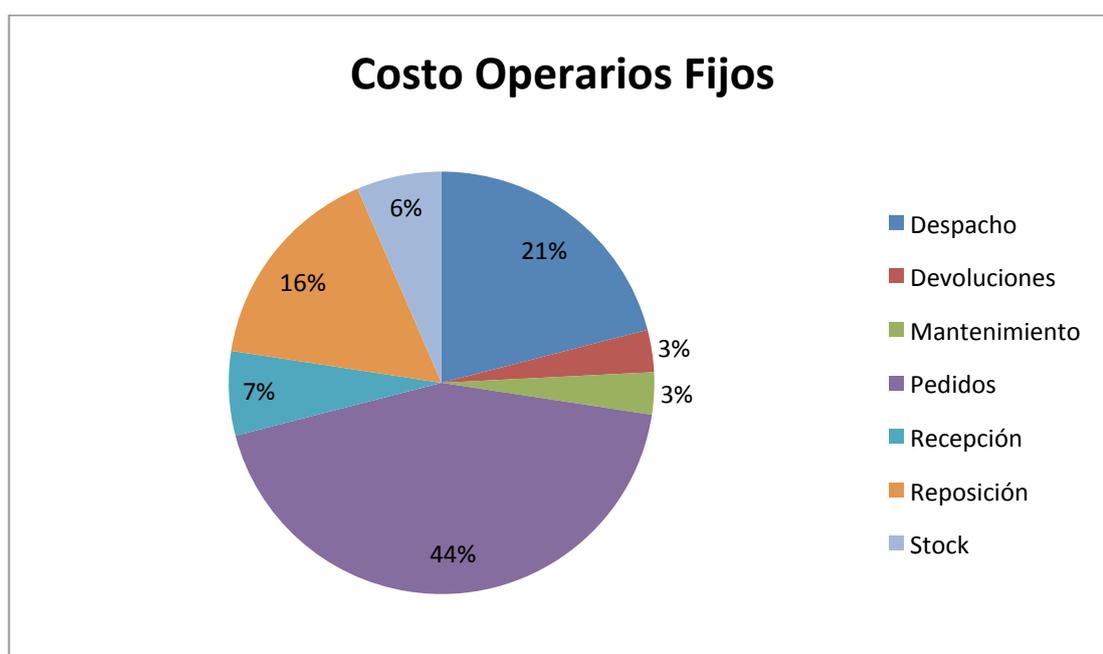


Figura 15. Distribución de los costos de operarios fijos por sectores

En el análisis del picking, es importante comparar las diferencias presentes en la productividad de la tarea realizada de manera manual y de manera automatizada. Como se mencionó anteriormente, en el procedimiento manual los operarios presentan una productividad promedio de 663 ítems por día. En cambio, los operarios que trabajan con la Neopharma presentan una productividad promedio de 1531 ítems por día, es decir, más del doble que de manera manual.

2.6 Selección del sector a automatizar

Tal como se fue analizando a lo largo del capítulo, las mejoras se realizarán sobre los recursos humanos, y especialmente sobre el proceso de picking, que es el sector que mayor cantidad de operarios involucra.

En cuanto al picking de los productos, se encuentran 3 sectores diferenciados, el sector de OTC, el de los éticos de picking manual y el de la Neopharma. Como el último de dichos sectores ya se encuentra automatizado, y con una productividad mayor que los otros dos, los sectores que presentan mayores posibilidades de mejoras son los éticos de picking manual y OTC.

Si bien los éticos de picking manual tienen una productividad mayor por ítem que los de OTC, su productividad por unidades es mucho menor que en dicho sector. Al analizar la situación del pickeo, es el sector de éticos el que presenta la mayor exigencia para los operarios. Esto se debe a que, por más que la cantidad de unidades es menor que la de OTC, la cantidad de ítems demandados es mayor. Por ende, los operarios deben realizar un recorrido mayor para cada uno de los pedidos que incluyen productos de éticos, disminuyendo su productividad diaria.

Dentro de los costos asociados al picking manual, los que mayor porcentaje representaban eran los costos del recorrido. Dicho todo esto, se optó por automatizar el sector de los éticos manuales.

Capítulo 3

SELECCIÓN DEL AUTOMATIZADO

3.1 Proyecciones de la demanda

Tal como se mencionó en la introducción, la empresa planea expandirse en los próximos años con la apertura de nuevas farmacias. Eso provocará que el almacén tenga que abastecer una mayor cantidad de bocas, lo que aumentará la demanda y a su vez provocará que el almacén tenga que aumentar su capacidad y productividad.

Siguiendo el plan de expansión de la empresa se elaboró el siguiente gráfico, que muestra el total de farmacias que se deberá abastecer año a año:

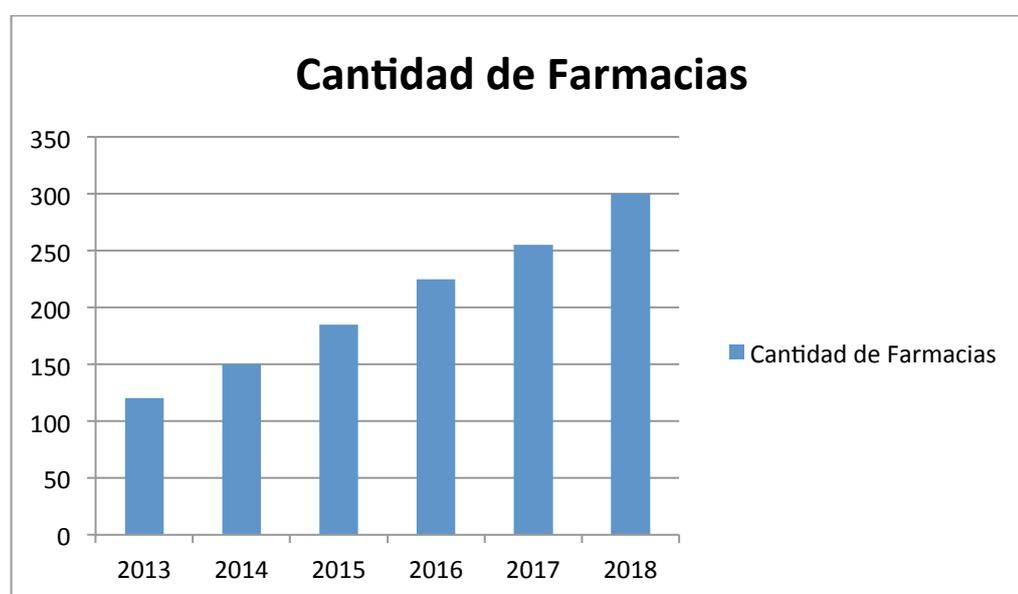


Tabla 10. Proyección de la cantidad de farmacias

En la actualidad se abastece a un total de 120 farmacias, para el próximo año se estipula la apertura de 30 farmacias, y para el año 2018 se planea duplicar la cantidad de farmacias que se tiene en la actualidad, es decir, llegar a un total de 300 farmacias.

A su vez, la empresa proyecta un incremento del 3% anual en la demanda de cada una de las farmacias. Hoy en día, se abastece una demanda promedio diaria de 100.000 unidades y 30.000 ítems. Considerando el incremento en la cantidad de farmacias y el aumento en la demanda, se proyectó la demanda total anual de unidades e ítems para el almacén:

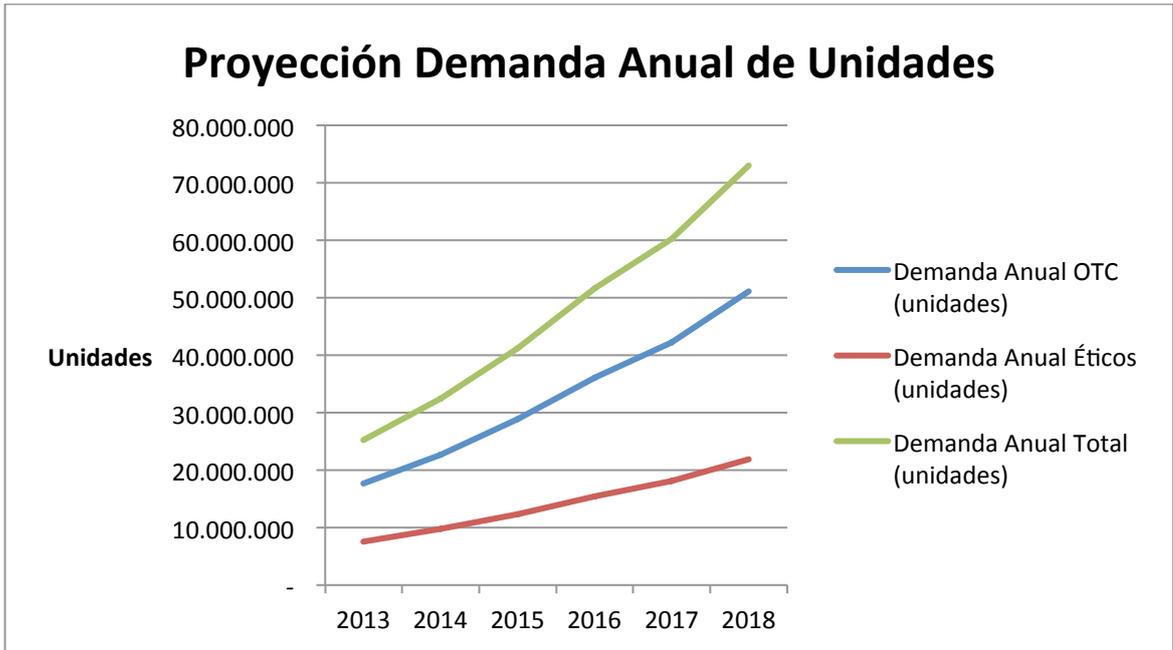


Tabla 11. Proyección de la demanda anual (en unidades)

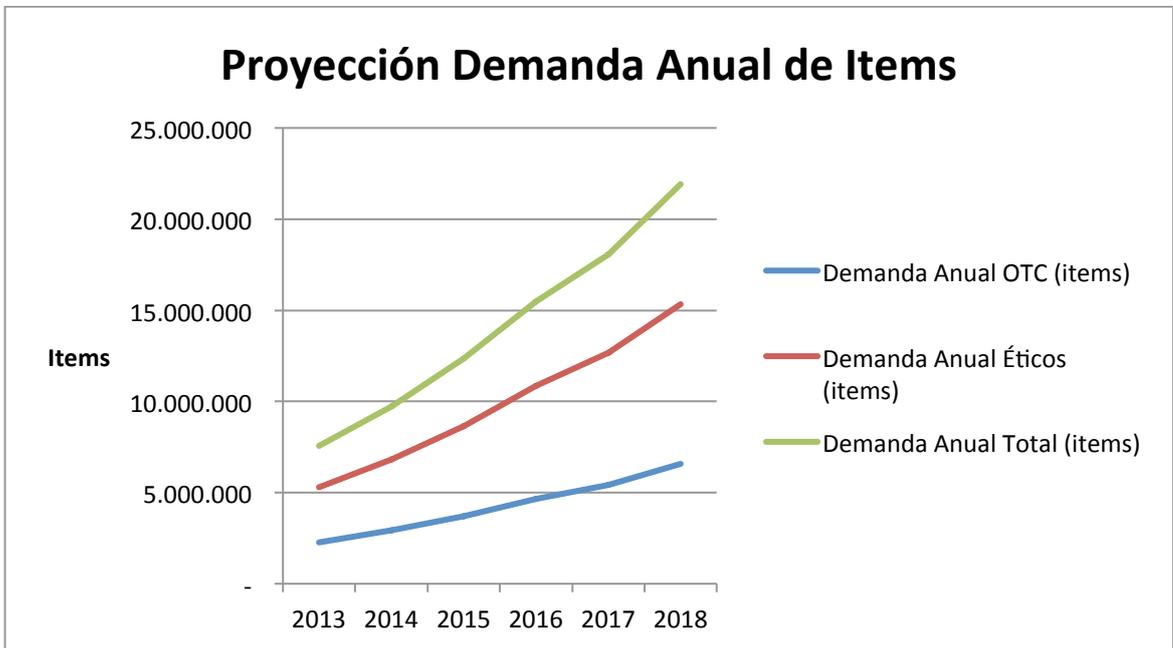


Tabla 12. Proyección de la demanda anual (en ítems)

Como se mencionó en la descripción de los distintos productos, el 70% del total de las unidades demandadas pertenece al tipo OTC mientras que el 30% restante representa a los Éticos. En el caso de la demanda en ítems, la situación es exactamente la inversa.

De acuerdo al plan de expansión presentado anteriormente, se puede observar que el almacén deberá al menos duplicar su capacidad en los próximos 5 años. Como el almacén no es propio de la empresa, sino alquilado, no se pueden realizar ampliaciones. Por otro lado, las modificaciones que pueden llegar a hacerse al layout

(como eliminar columnas o tabiques) deben ser consultadas con el dueño. De esta forma surgen 2 alternativas para aumentar la capacidad: en primer lugar, la contratación de nuevos operarios teniendo en cuenta que tendrán que trabajar cada vez en un espacio más reducido, lo que hará caer su productividad. La otra alternativa es automatizar (o semi-automatizar) el picking consiguiendo una mejor productividad por operario. Si bien esta última alternativa requeriría una fuerte inversión, la contratación de nuevos operarios trae asociados altos costos y otros problemas, como el ausentismo o problemas sindicales.

Como el aumento de la capacidad necesaria es más que considerable, nos inclinaremos por la segunda alternativa. En caso de que el aumento en la productividad por la introducción del automatizado nos lleve a una reducción de personal, se desvinculará en primer lugar los operarios temporales (contratados por agencia) ya que son los que más altos costos generan y además, por su modalidad de contratación, no generarán costos de desvinculación.

Cubriremos el sector de éticos que hoy en día es manipulado de forma manual. En la siguiente tabla se presenta la cantidad de ítems de éticos demandados por año:

Año	2014	2015	2016	2017	2018
Ítems Éticos	3175200	4088070	5193212	6505550	7594146

Tabla 13. Demanda ítems éticos, con pickeo manual

Capítulo 4

CÁLCULO DE VARIABLES

4.1 Proyecciones Macroeconómicas

A continuación se presenta un análisis de las principales variables macroeconómicas que afectan al proyecto. Éstas son la inflación y la tasa de cambio.

4.1.1 Inflación

Tanto a los salarios como para los precios en pesos se los ajustó mediante la inflación. El principal problema de realizar este tipo de ajuste era definir qué tipo de inflación utilizar, ya que, a partir del año 2007 los valores de inflación oficiales y de estudios privados comenzaron a diferir.

Desde el año 2007, se comenzó a desconfiar de los valores de inflación oficial y los bloques opositores del Congreso comenzaron a difundir la llamada Inflación Congreso, que es obtenida a partir de estudios privados. En la tabla a continuación puede observarse la inflación oficial, la inflación de los estudios privados (o inflación Congreso) y los arreglos paritarios de los últimos años.

Año	Inflación oficial	Inflación Congreso	Paritarias
2007	8,8%	25,7%	
2008	8,6%	23%	
2009	6,3%	14,8%	15%
2010	10,2%	27,9%	28%
2011	10,7%	22,8%	24%
2012	9,2%	25,1%	24%
2013	6,8%	25%	25%

Tabla 14. Inflación Oficial, Inflación Congreso y Paritarias

Tal como puede observarse en la tabla anterior, las negociaciones paritarias siguen a la Inflación Congreso. Por lo tanto, para el aumento de los salarios se utilizará la Inflación Congreso.

A continuación pueden observarse las proyecciones de la inflación oficial y congreso para el año 2014. Para el año 2015 se prevé una inflación de similares características.

Año	Inflación oficial	Inflación Congreso
2014	11,5%	28,9%

Tabla 15. Inflación año 2014²

² Proyección del diario *Ámbito.com*

Finalmente se graficó la evolución de la inflación real, que será la utilizada para el aumento del salario de los empleados en los próximos años.

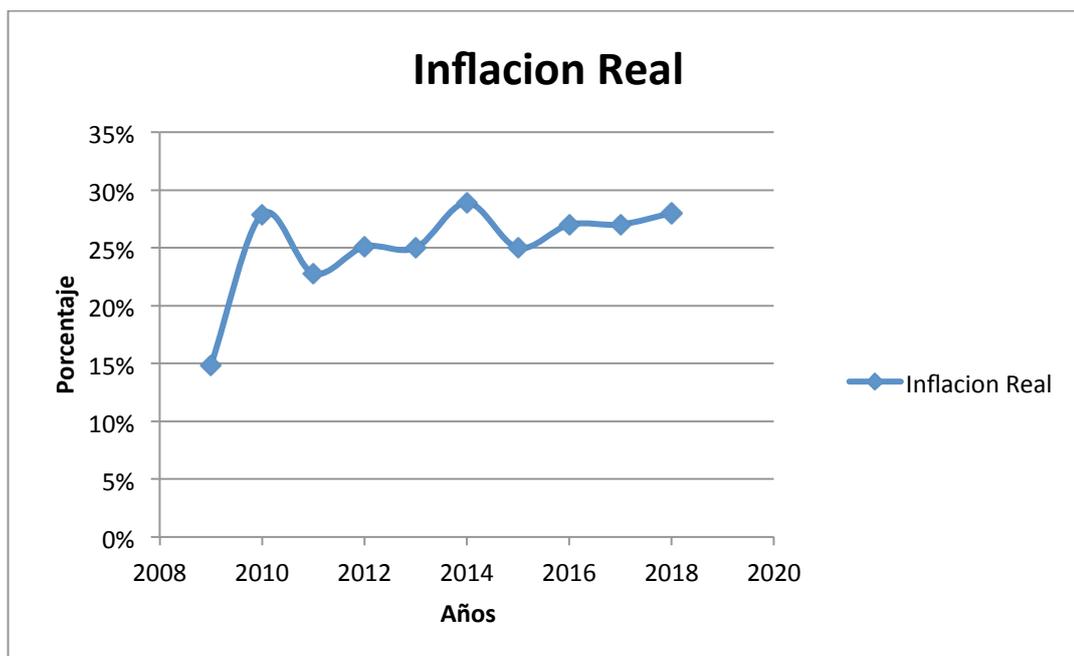


Figura 16. Evolución de la inflación real

4.1.2 Tasa de cambio

En el siguiente capítulo se muestra la estimación de la Tasa de cambio para los próximos años. Es importante tener en cuenta esta variable porque los costos de instalación y mantenimiento del A-Frame son en dólares. En el gráfico a continuación se muestran los valores históricos del tipo de cambio y su proyección:

Los datos representados en el grafico son el promedio de la tasa de cambio en cada año³⁴.

³ Datos de la tasa de cambio oficial obtenidos de <http://www.oanda.com/currency/historical-rates/>

⁴ Para la tasa de cambio paralela los datos históricos se obtuvieron de esta página: <http://www.ambito.com/economia/mercados/monedas/dolar/info/?ric=ARSB=&desde=01/01/2011&hasta=28/11/2013>

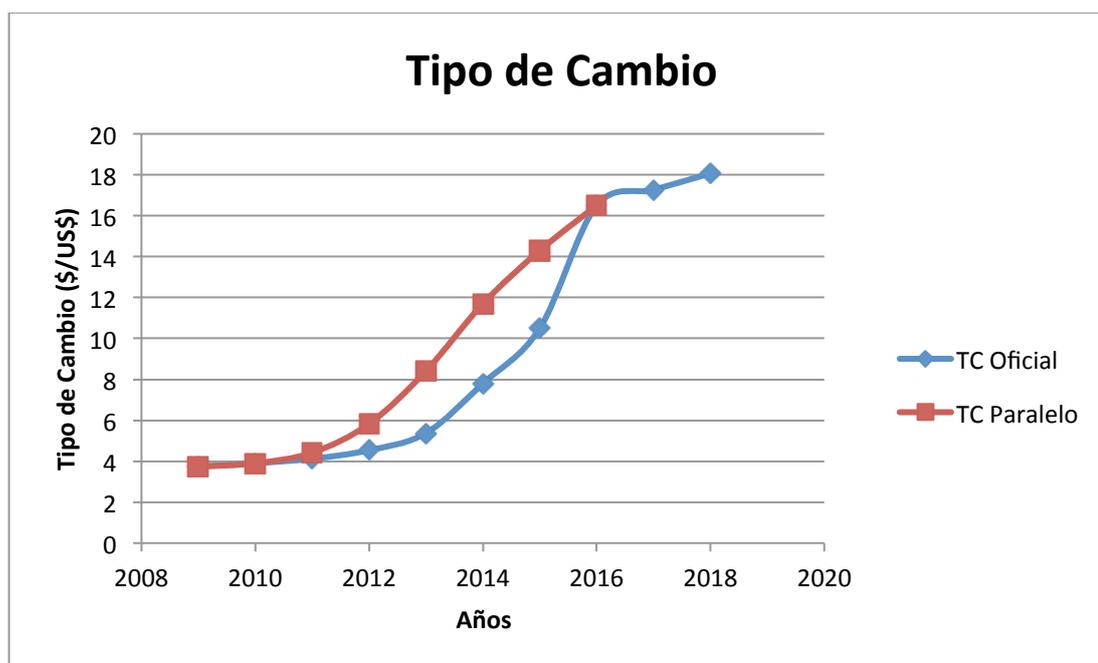


Figura 17. Tasa de Cambio

A partir del año 2011, la tasa de cambio se desdobra en una tasa oficial y una paralela. Para el estudio se utilizó la tasa de cambio oficial, sin embargo también se graficó la tasa de cambio paralela porque de alguna manera ésta representa la evolución natural de la tasa de cambio ya que el dólar oficial está siendo afectado por políticas económicas.

El mercado paralelo comienza en 1930 y existe hasta el día de hoy. El período más largo con mercado paralelo sin interrupciones fue de 1982-1989 en los momentos más turbulentos de la economía Argentina (hiperinflación, crisis en la BP, deuda del sector privado)

Un mercado paralelo siempre se generó ante la presencia de controles que quieran controlar el TC oficial. Las devaluaciones generadas en el paralelo debido a los desvíos en las exportaciones repercutían en el oficial generando devaluaciones en estas mismas.

Los controles al tipo de cambio nunca sirvieron para poder determinar el tipo de cambio paralelo.⁵

Hasta el año 2018 se proyectó cada tasa suponiendo que seguirían con la tendencia creciente que traen desde el 2011. Otra de las suposiciones que se realizó para estimar la tasa de cambio es que el dólar oficial tendería hacia el dólar paralelo, esto se debe a que la brecha entre los tipo de cambio se hace insostenible en el tiempo. La evolución del tipo de cambio viene aparejada con la evolución de la inflación.

⁵ Fuente: Paper Economía Internacional Monetaria. Argentina's experience with parallel exchange markets: 1981 – 1990 Kamin(1991)

4.2 Cálculo de la Tasa de Descuento

La tasa descuento, o WACC, se utiliza para descontar el flujo de fondos del proyecto. Para el cálculo de dicha tasa se utilizó la siguiente ecuación:

$$WACC = K_d \times \frac{D}{D + P} \times (1 - IG) + K_e \times \frac{P}{D + P}$$

K_d: costo de la deuda

D: monto de la deuda

P: patrimonio neto

K_e: costo del capital

IG: impuesto a la ganancia

4.2.1 Costo de capital

Para calcular el costo de capital propio, se utilizó el modelo de CAPM donde se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$K_e = R_f + \beta(R_m - R_f) + R_c$$

Los valores utilizados son los que se presentan en la siguiente tabla:

Tasa libre de riesgo (R_f)	3,69%
Riesgo País (R_c)	7,76%
IG	35%
Prima riesgo del mercado (R_m-R_f)	6,4%

Tabla 16. Datos para el cálculo del costo de capital

Para el cálculo de la tasa libre de riesgo se utilizó la rentabilidad de los bonos del tesoro de Estados Unidos con vencimiento a 30 años. El riesgo país en la Argentina es actualmente de 776 puntos.

Para el cálculo del riesgo de mercado, se tuvo en cuenta la diferencia entre la tasa del mercado y la tasa libre de riesgo.

4.2.2 Beta

Para determinar el Beta, se tuvo en cuenta el Beta Unlevered del sector de abastecimiento de productos farmacéuticos, el cual es 1,05. Variando el porcentaje de la deuda en la estructura financiera del proyecto, se calcularon los Betas según se demuestra en la siguiente tabla:

% Deuda	D/S	Beta
0%	0,00	1,05
10%	0,11	1,12
20%	0,25	1,19
30%	0,43	1,25
40%	0,67	1,32
50%	1,00	1,39
60%	1,50	1,46

Tabla 17. Beta para distinta estructura de deuda

4.2.3 Determinación de la estructura óptima de capital

Se buscó determinar la estructura óptima de capital para lograr maximizar el valor del proyecto, es decir, la que arroja el menor WACC. Para encontrar esta estructura óptima, se compararon las distintas tasas de descuento obtenidas a partir de la variación de la estructura de deuda y capital propio. La empresa nos brindó los datos del costo de la deuda (K_d), el cual varía según el porcentaje que representa la deuda en la estructura.

A partir de los datos obtenidos, se elaboró la siguiente tabla:

Porcentaje de deuda	Costo deuda K_d	Beta	Costo capital K_e	WACC
0%	17%	1,05	18,17%	18,17%
10%	17%	1,12	18,61%	17,85%
20%	17%	1,19	19,04%	17,44%
30%	17%	1,25	19,48%	16,95%
40%	17%	1,32	19,92%	16,37%
50%	17%	1,39	20,35%	15,70%
60%	17%	1,46	20,8%	14,95%

Tabla 18 WACC óptimo

Como se puede concluir a partir de la tabla, el menor WACC se obtiene cuando el porcentaje de la deuda representa el 60% y del capital propio representa el 40% restante, siendo ésta la estructura óptima del capital.

Capítulo 5

AUTOMATIZADO SECTOR ÉTICOS MANUAL

5.1 Descripción A-Frame

En la industria farmacéutica donde en la preparación de pedidos se manejan unidades de empaquetado pequeñas, generalmente se opta por los sistemas automatizados de preparación de pedidos. De esta forma se puede reducir la cantidad de trabajo manual en la preparación de pedidos y aumentar así el rendimiento. Con el uso de los sistemas automatizados de preparación de pedidos se podrá reducir drásticamente el número de errores.

El A-Frame es provisto por la empresa SSI Schaefer, una multinacional alemana con presencia internacional. Es líder de mercado en el campo de la planificación e implementación de sistemas logísticos integrados, proporcionando a sus clientes la implementación de proyectos innovadores y a medida.

El A-Frame consiste en dos paredes en forma de “A” fraccionadas en canales donde se almacenan los artículos. Tiene un diseño modular que es ideal en caso de que sea necesaria una ampliación. El ancho de los canales de productos son ajustables, brindando mayor flexibilidad para almacenar distintos artículos. Se obtiene un alto aprovechamiento del espacio gracias a la alta densidad de productos y a que la distancia entre el A-Frame y las estanterías de reposición es reducida.



Figura 18. Canales y estanterías de reposición.

Automatizado del Proceso de Pickcing en un Almacén

Los sistemas automatizados poseen una alta productividad durante picos de actividad, calidad y confiabilidad constante incluso en cargas máximas. El A-Frame es de mantenimiento sencillo, gracias a que los canales de producto son intercambiables y su integración en sistemas existentes es sencilla.

Los artículos son dispensados automáticamente de los canales a una cinta colectora en el interior de las paredes. Son eyectados por el extremo inferior de los canales por lo tanto los productos no sufren daños al caer en la cinta colectora. Al final de la cinta los productos son recolectados en un City, que es enzunchado y llevado a despacho.



Figura 19 Interior del A-Frame

La tabla a continuación muestra los datos técnicos básicos del sistema:

Tipo de automatizado	S-Pemat
Longitud del canal en cm	160
Velocidad de disensión uds/seg	4
Cantidad media de productos/canal	64
Cantidad media de canales/m2	19
Cantidad media de artículos/m2	1216

Tabla 19. Datos básicos A-Frame⁶

5.2 Análisis de la implementación del automatizado

Siguiendo las proyecciones calculadas, la capacidad necesaria del almacén irá en aumento. Es por eso, que la capacidad de la máquina a instalar no será la necesaria en la actualidad sino que será la necesaria para abastecer la demanda de los próximos 5 años. Por lo tanto, en el año 0 se realizará la inversión total de la máquina. A la inversión inicial habrá que sumarle un gasto de mantenimiento que se estima de 20.000 dólares anuales. Considerando la inestabilidad económica del país, se realizó una proyección progresiva del tipo de cambio y de la inflación. En el siguiente cuadro se muestran las inversiones para los distintos años:

Año	2014	2015	2016	2017	2018
Inversión (dólares)	\$1.000.000	\$20.000	\$20.000	\$20.000	\$20.000
Tipo de cambio	7,80	10,50	16,50	17,27	18,07
Inversión (pesos)	\$ 7.800.000	\$ 210.000	\$ 330.000	\$ 345.309	\$ 361.328

Tabla 20. Calendario de inversiones

La automatización mejorará la productividad de los operarios, por lo tanto, menos operarios serán necesarios durante la expansión. Como se dijo anteriormente, la empresa cuenta con una gran cantidad de operarios contratados por agencia. Entonces, el recorte de personal comenzará por los operarios contratados bajo dicha modalidad. En la tabla a continuación se puede observar la mejora en la productividad por operario con la introducción del A-Frame:

⁶ Fuente: http://media.ssi-chaefer.de/fileadmin/ssi/documents/media/brochure/es/AutomKommiss_es_low.pdf

Automatizado del Proceso de Picking en un Almacén

	Día	Anual
Productividad A-Frame (ítems/operario)	1450	365400
Productividad Picking Manual (ítems/operario)	900	226800

Tabla 21. Productividad de los operarios bajo las distintas modalidades

El ahorro en salarios se obtuvo a partir de la diferencia de la cantidad de operarios necesarios para satisfacer la demanda bajo la situación actual de picking manual, y los necesarios para manejar el A-Frame. Conociendo la cantidad de ítems de éticos manual que habrá que manipular en los próximos años y la productividad de los operarios bajo las distintas modalidades, se calculó la cantidad de operarios necesarios para satisfacer la demanda. Cabe destacar que en todos los casos la cantidad de operarios se redondeó hacia arriba.

Año	2014	2015	2016	2017	2018
Operarios situación actual	19	23	29	34	41
Operarios con A-Frame	12	15	18	21	26

Tabla 22. Cantidad necesaria de operarios

Luego se multiplico el ahorro del personal por el costo anual que representaba cada operario bajo la modalidad de operario temporal. Esto se debe a que dicha modalidad de operarios representa un costo mayor y además es más simple su desvinculación. Como máximo se deben reemplazar 7 operarios en el primer año, que es menor a la cantidad de operarios temporales, por lo que el recorte total se puede realizar de estos operarios. Al costo de los operarios se los ajustó mediante la inflación proyectada. En el año 2014, los ahorros en salarios son considerablemente menores debido a que la implementación del automatizado tiene una duración de aproximadamente 7 meses, por lo que la puesta en marcha se dará recién en los últimos meses del año.

A continuación se presenta el flujo de fondos:

Año	2014	2015	2016	2017	2018
Préstamo	\$4.680.000				
Ahorro en salarios	\$178.655	\$3.062.664	\$5.348.177	\$8.028.392	\$11.857.317
Cancelación Deuda		\$1.170.000	\$1.170.000	\$1.170.000	\$1.170.000
Intereses		\$795.600	\$596.700	\$397.800	\$198.900
Inversión	\$7.800.000	\$210.000	\$330.000	\$345.309	\$361.328
Acumulado	\$2.941.345	\$2.054.281	\$1.197.196	\$7.312.479	\$17.439.569
Diferencia	\$2.941.345	\$887.064	\$3.251.477	\$6.115.283	\$10.127.089

Tabla 23. Flujo de Fondos

El préstamo surge del 60% de la inversión en la máquina. La cancelación de la deuda se realiza en los siguientes 4 años, pagando los intereses correspondientes al Ke utilizado en el proyecto. El sistema de financiación a utilizar es el alemán, que tiene amortizaciones fijas y pago de los intereses sobre el saldo. Los préstamos se tomarán a 4 años, con pagos semestrales al vencimiento del mismo.

A partir de la tabla anterior se armó el siguiente gráfico, donde se puede observar cómo se va repagando la inversión a partir de los ahorros en salarios generados. El repago de la inversión se conseguirá a lo largo del año 2016.

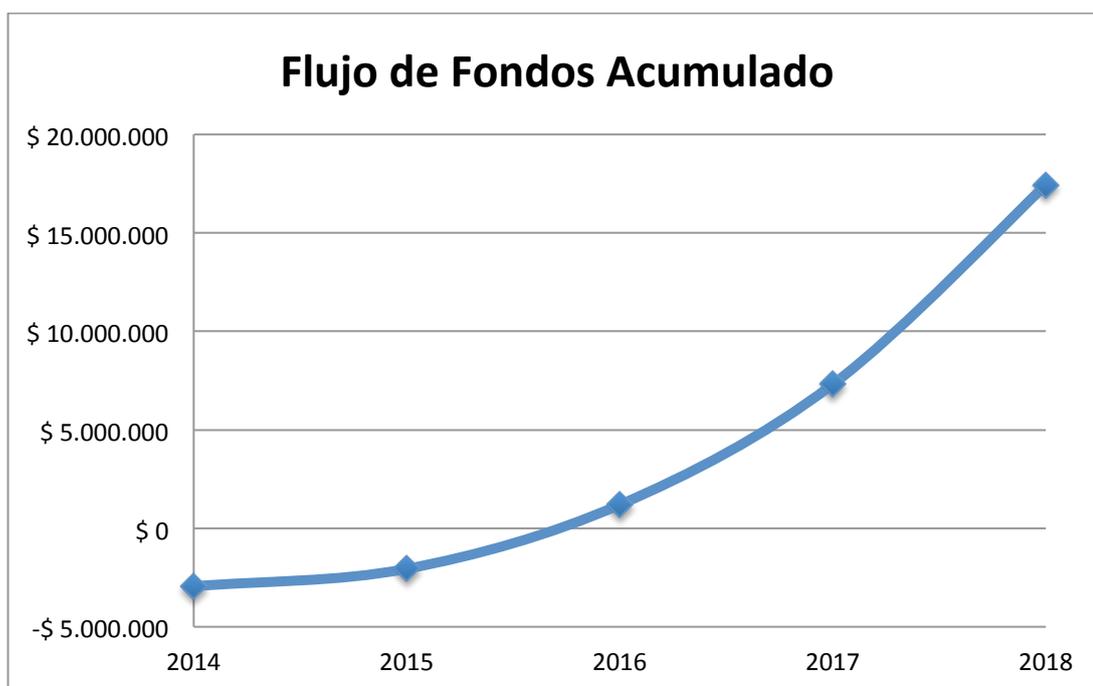


Figura 20. Flujo de Fondos acumulado

5.3 Evaluación por escenarios

La realidad puede no ajustarse a las proyecciones de la demanda, por lo tanto se tomaron en cuenta tres posibles escenarios: que la demanda sea mayor a la proyectada, que la demanda se comporte como la proyección o que la demanda sea menor que la proyectada. La siguiente tabla muestra las probabilidades asignadas a cada escenario posible. Las probabilidades se asignaron suponiendo que existe una mayor probabilidad de que la demande se ajuste a las proyecciones, mientras que las probabilidades de que la demanda esté por encima o por debajo de la demanda proyectada son iguales.

Escenario	Probabilidad
Demanda Alta	20%
Demanda Proyectada	60%
Demanda Baja	20%

Tabla 24. Probabilidad de los distintos escenarios

Se tomó como hipótesis que el comportamiento de la demanda sigue al comportamiento del primer año. Es decir, que si la demanda crece el primer año esta tendencia se repetirá los años siguientes. Lo mismo sucederá si sigue según lo proyectado o si decrece frente a las proyecciones.

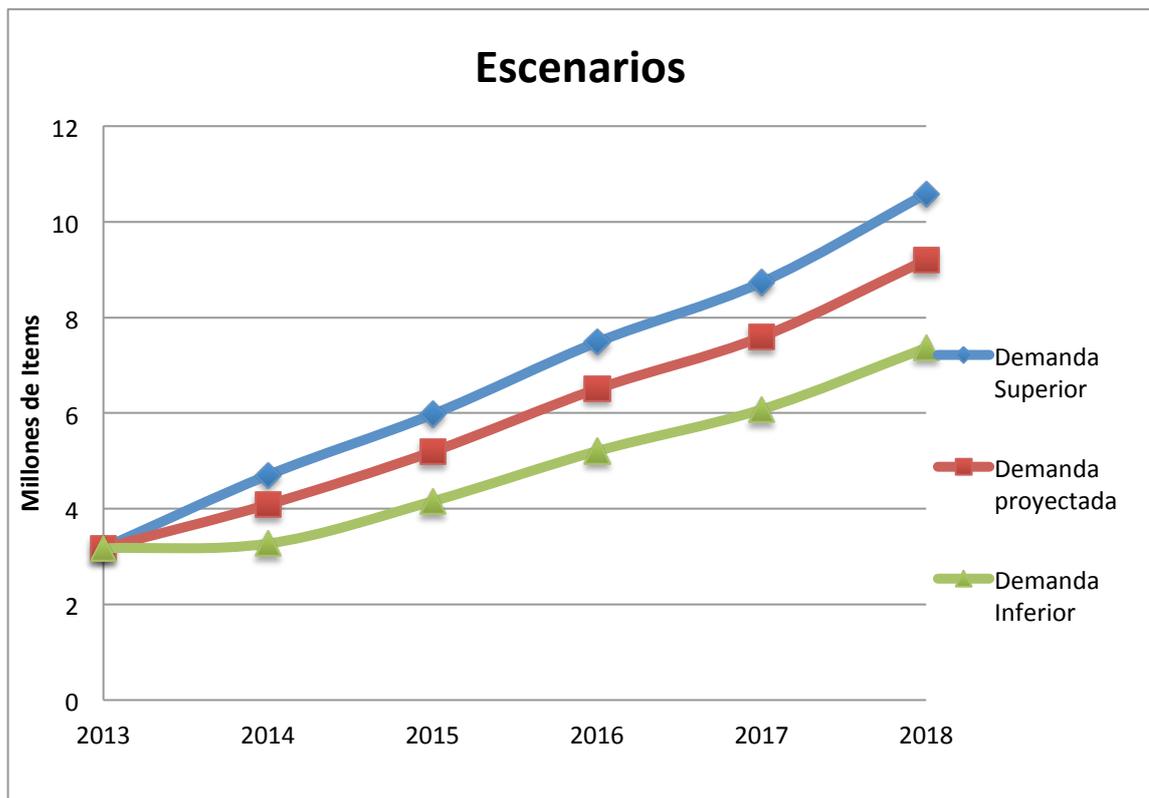


Figura 21. Crecimiento de la demanda en los distintos escenarios

El escenario de demanda alta corresponde a una demanda 15% mayor que la proyectada y el de baja a una demanda 20% menos que la proyectada.

El flujo para cada escenario se calculó de la misma manera, teniendo en cuenta el ahorro en salarios de los operarios eventuales por la mayor productividad que aportaba el automatizado y la inversión. Descontando el flujo de fondos a la tasa de descuento WAAC=14,95 calculada, cada escenario arrojó el siguiente ahorro en el año 2018:

Escenario	Ahorro al 2018
Demanda Alta	\$10.432.416
Demanda Proyectada	\$8.803.074
Demanda Baja	\$5.287.667

Tabla 25. VAN calculado para los distintos escenarios

La inversión del automatizado se realiza para tener suficiente capacidad para cubrir la demanda proyectada del año 2018. A medida que pasan los años la demanda crece y aumenta el grado de aprovechamiento de la máquina. La siguiente tabla muestra el grado de aprovechamiento del A-Frame según la demanda.

Año	2014	2015	2016	2017	2018
Demanda Superior	51%	65%	81%	95%	100%
Demanda Proyectada	44%	56%	71%	83%	100%
Demanda Inferior	36%	45%	57%	66%	80%

Tabla 26. Aprovechamiento del A-Frame

En la tabla anterior puede observarse que el escenario de demanda superior tiene un grado de aprovechamiento mayor que en los otros escenarios. De hecho, en el año 2017 ya tiene al A-Frame trabajando casi a máxima capacidad. Esto explica porque el ahorro del proyecto en el caso de demanda superior es el mayor. Si la demanda es la proyectada llego usar el total de la capacidad recién al final del año 2018. Si la demanda es menor a la proyectada, el ahorro del proyecto también es menor porque la maquina operaría con capacidad ociosa obteniéndose así menores ahorros.

A partir de la probabilidad asignada a cada escenario se calculó el ahorro esperado, en caso de hacer toda la inversión al principio:

$$\text{Ahorro esperado} = \$ 8.425.861$$

Cuando se está trabajando con la máxima capacidad del A-Frame, el ahorro tal como se calculó se mantiene constante por más que aumente la demanda. Esto se debe a que en el cálculo del ahorro de personal aumentará de la misma manera la cantidad de operarios necesarios con la situación actual y con A-Frame, ya que la demanda no cubierta (porque supera la capacidad del A-Frame) se cubrirá realizando picking manual.

5.4 Inversión en etapas

El A-Frame tiene una estructura modular, por lo tanto se analizó la opción de realizar la inversión en dos etapas. Una primera inversión en el año 2014 para suplir la demanda

Automatizado del Proceso de Pickcing en un Almacén

proyectada de los siguientes 2 años, y luego, conociendo la tendencia de la demanda comprar para otros 3 años. Realizar una instalación en dos etapas trae una importante ventaja. El tiempo transcurrido hasta el 2016 brindará información para poder determinar si la demanda real se ajusta a la proyectada. De esta manera se podrá invertir ajustando la capacidad del A-Frame de una mejor manera a la demanda.

Sin embargo la compra de los módulos por separado implicaría mayores costos en la instalación y el transporte ya que son módulos importados de Brasil. Es por eso que la compra en etapas lleva asociado un costo adicional del 10% del valor del equipo.

A pesar de que podrían comprarse los módulos en más de dos etapas, esto implicaría aún mayores costos en la instalación y el transporte.

Tal como se realizó en el análisis de la inversión del inciso anterior, se realizó un análisis para la inversión en dos etapas y el ahorro generado hasta el año 2018 invirtiendo en capacidades acordes a la demanda. Tal como se realizó cuando se calculó el ahorro anteriormente, se lo descontó con el WACC para tener los valores actuales.

Escenario	Ahorro al 2018
Demanda Alta	\$7.581.198
Demanda Proyectada	\$5.947.647
Demanda Baja	\$3.628.419

Tabla 27. Análisis inversión en etapas

Los cálculos se realizaron de la misma manera, teniendo como ingresos el ahorro en salarios por el aumento de la productividad de los operarios con el automatizado y la inversión ajustada por la Tasa de cambio proyectada.

De hecho, en cada escenario la decisión óptima que brinda el mayor ahorro para el año 2018 sería la de no invertir. Teniendo en cuenta las probabilidades asignadas a cada escenario y la opción de no invertir el ahorro descontado era de cerca de \$6.383.899.

Sin embargo, las máquinas se amortizan en al menos 10 años, lo que deja más años para recuperar la inversión. De mantenerse los valores del año 2018 durante el año siguiente ya se obtiene un ahorro mayor al de no invertir. Es por este motivo que la decisión a tomar será la de invertir a pesar de que arroje un ahorro menor en el año 2018. El ahorro esperado del proyecto volviendo a invertir para el año 2018 es de \$ 5.810.512.

5.5 Elección de la manera de invertir

Al comparar los ahorros esperados para el año 2018, la decisión sería la de invertir todo el primer año, esto se debe principalmente a tres razones: en primer lugar el invertir en dos etapas implica el pago de un precio mayor, lo que eleva el costo de la inversión. La segunda razón es que la compra de módulos en un futuro representa una mayor inversión en pesos, ya que la tasa de cambio oficial proyectada crece abruptamente a partir del año 2015. La tercera razón serían las demoras y dificultades a las que se incurre iniciando un nuevo proceso de compra y de importación.

Por lo tanto, se puede concluir que es más conveniente realizar una única inversión. Por más que se esté instalando una capacidad mucho mayor a la requerida en los primeros años, a largo plazo la inversión en pesos es menor ya que actualmente la tasa de cambio oficial está siendo regulada por políticas del gobierno y se estarían comprando “dólares baratos”.

Capítulo 6

DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

6.1 Picking by Voice

Este sistema guía al operario en todo momento a través de auriculares. Este tipo de picking permite operar con unidades muy grandes o pesadas, dejando las manos y la mirada libres en todo momento.

Para la industria de distribución, la tecnología de voz le provee una alternativa a la ejecución en forma intensiva de múltiples tareas. La contribución en la utilización de este tipo de tecnología en el preparado de órdenes es mayor eficiencia y eficacia.

El sistema de voz permite a los operarios comunicarse directamente con el WMS (Warehouse Management System) para realizar el pickeo sin ningún tipo de papel o dispositivo de mano que pueda complicarlos en el manipuleo. Lo único que necesitan es un headset con un auricular y con un micrófono, y una computadora de voz en el cinturón alimentada por una batería.



Figura 22. Operario realizando pickeo por voz

Mientras se realiza el picking, mediante el uso de un sistema receptor se le va comunicando al operario a través de unos auriculares el producto y la cantidad a elegir, y al mismo tiempo le indica la ubicación del mismo. Se utiliza el reconocimiento del habla para convertir datos de la computadora en instrucciones habladas para el operario.



Figura 23. Operaciones en Pick to Voice

El Picking by Voice sirve para mantener la precisión de los inventarios y reducir el número de errores humanos en el pickeo. Debido a la sencillez del sistema, no es necesario pasar por un largo proceso de formación frente a la incorporación de nuevo personal.

6.2 Pick to light

En este tipo de modalidad de pickeo, el sistema informático comunica con unos displays al operario la información de ubicación y cantidad de productos que forman parte del pedido. El sistema proporciona rapidez y fiabilidad en la preparación, disminuyendo el número de errores de los operarios.

Este tipo de proceso es ideal para artículos de media rotación, donde el número de pedidos a realizar por día ronda entre los 500 y 1000 ítems por operario.

El sistema guía visualmente al operario hacia las ubicaciones exactas del almacén donde recoger los artículos del pedido. Se emplea una determinada combinación de DPDs (Digital Picking Display), el cual se encuentra asociado a cada SKU.

El modelo de DPD incorpora un botón pulsador luminoso que orienta visualmente al operario hacia cada ubicación y le permite confirmar la operación, acompañado de un display que indica la cantidad requerida de picking para ese ítem.



Figura 24. DPD

El picking se inicia con la lectura del código de barras de la caja de pedido, lo que activa la iluminación de los DPDs asignados a los ítems que deben seleccionarse, mostrando la cantidad exacta en cada ubicación. El operario obedece las indicaciones del visor y cuando finaliza, pulsa la tecla de confirmación de la operación realizada para que se apague la luz.

El uso de esta alternativa de picking se emplea en productos de media/alta rotación, siendo habitual combinarlos con sistemas de radio frecuencia para cubrir zonas de menor rotación.

6.3 Pick by Vision

Mediante esta tecnología, se guía al operario hasta cada una de las localizaciones de picking por medio de un software especial que superpone información virtual (se utilizan distintos símbolos, como flechas) en el campo de visión del operador gracias a unos "anteojos display".



Figura 25. Uso de anteojos display

En la localización de los ítems, el producto a pickear es remarcado por el dispositivo y una cámara integrada se encarga de la lectura de los códigos de barras para confirmar el picking sin intervención del operario.

Este tipo de picking visual tiene una precisión mayor que los sistemas de voz y trata de ser una solución 100 % libre de errores.

El principal inconveniente que presenta, aparte de su alto costo, está en las consecuencias negativas que puede tener en la salud de los operarios: pérdidas de visión, mareos.

6.4 Elección del A-Frame

Las opciones de semi automatizada descritas anteriormente son herramientas con las que se puede lograr niveles de productividad significativamente buenos con valores razonables de inversión. Pero a la vez presentan diferentes desventajas.

El Pick to Light no fue diseñada para armar pedidos de gran tamaño en donde se debe caminar por todo el almacén, visitando posiciones de pallets y tomando cajas completa.

El sistema de Pick by Voice está diseñado especialmente para armar pedidos de gran tamaño, en donde los operarios deben ir por todo el almacén, y los operarios no tengan ruta fijas o predeterminadas. Por el contrario no presentan muy buen desempeño cuando las áreas de almacenamiento son muy densas, en donde se preparan una gran cantidad de pedidos de un tamaño relativamente pequeños.

La principal desventaja que presentan las opciones semi automatizadas frente a la opción del A-Frame es que no logra minimizar los costos asociados al recorrido, los cuales, como mencionamos en el primer capítulo, representaban el 60% del picking.

Por otro lado, el almacén estará duplicando su capacidad en los próximos 5 años, por lo que la opción a elegir debe brindar una productividad capaz de satisfacerla. El automatizado con el A-Frame presenta una gran ventaja frente a futuras expansiones en el mediano plazo, en cuanto a la productividad.

En conclusión, es muy importante tener en cuenta que una buena selección e implementación de una tecnología puede traer muchos beneficios, pero una mala selección e implementación de una tecnología traerá la pérdida de una inversión significativa y problemas significativos en la operación. Analizando la situación en la que se encontrará la droguería en el futuro, la opción del A-Frame es la más adecuada.

Capítulo 7

IMPLEMENTACIÓN DEL AUTOMATIZADO

7.1 Pasos a seguir

La implementación del sistema elegido dura cerca de 7 meses, desde que se decide automatizar hasta que finalmente se pone en marcha el A-Frame. Para implementar el sistema se deben seguir ciertos pasos:

1. Licitación entre los distintos proveedores del A-Frame. (Tiempo estimado: 1 mes)
2. Compra del A-Frame, proceso de producción e importación. (Tiempo estimado: 4 meses)
3. Instalación del A-Frame en el almacén. (Tiempo estimado: 2 meses)

Para poder importar se debe completar un formulario DJAI, que es una declaración jurada anticipada para la importación. Declarando entre otras cosas, el valor FOB a importar, el país de origen, el precio, etc.

7.2 Colocación dentro del Lay Out

La ubicación dentro del Lay Out será donde se encuentra actualmente el sector de éticos. Este sector se encuentra en la planta baja, muy cerca del sector de recepción y de despacho. El Lay Out de dicho sector del almacén permite la instalación de varios módulos puestos uno a continuación del otro permitiendo una única zona de descarga. El único problema que supone este sector es la eliminación de un tabique de hormigón, que no realiza trabajo estructural, pero como no se trata de un almacén propio se requiere pedir permiso a los dueños.

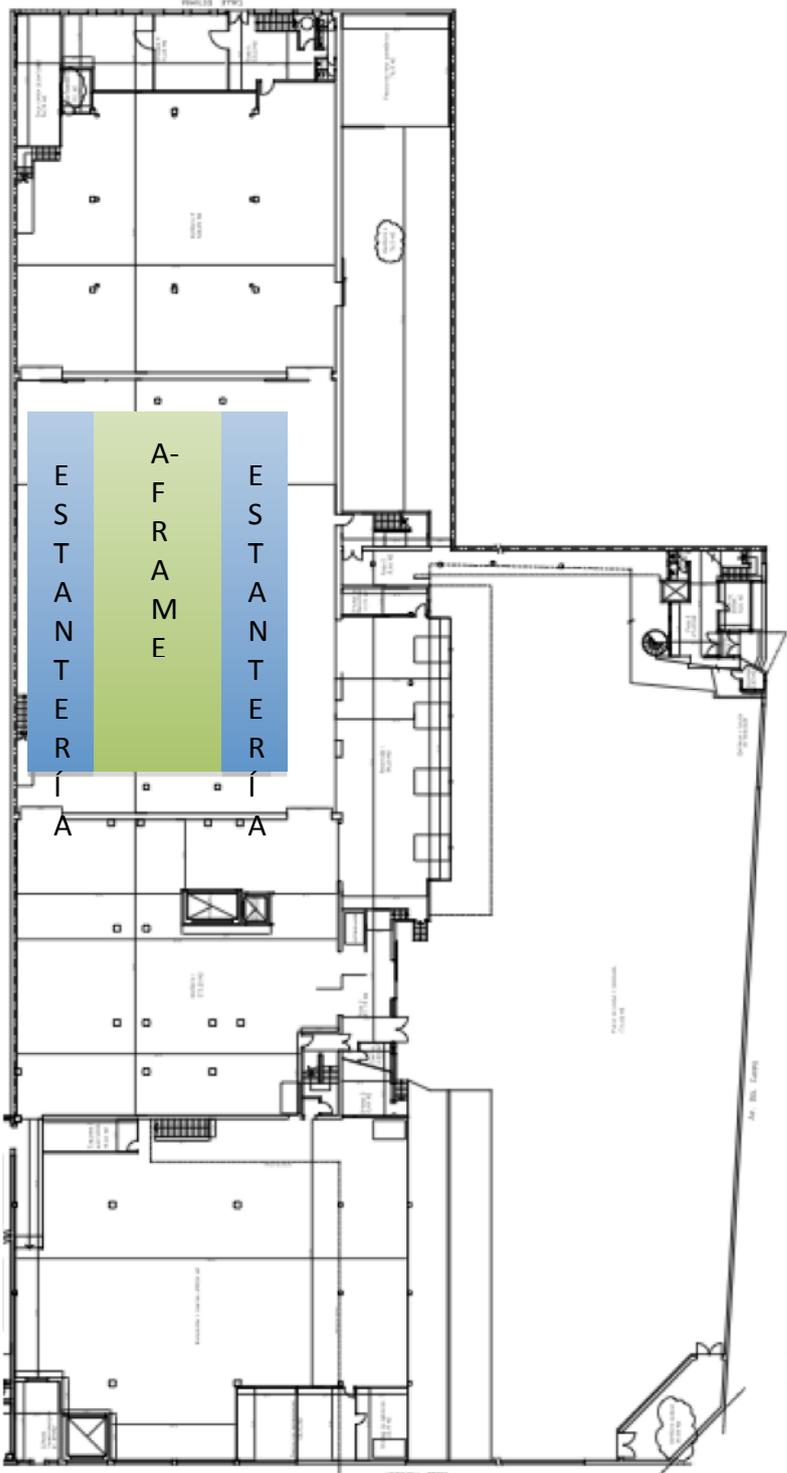


Figura 26. Ubicación dentro del Lay Out

7.3 Instalación del A-Frame

Una vez determinado el sector del almacén donde se ubicará, se procede a la instalación del A-Frame, cumpliendo una serie de etapas:

7.3.1 Montaje mecánico

Se realiza el montaje cuando todos los conjuntos mecánicos están en las instalaciones. Es necesaria la participación de equipos especiales, personal externo (encargados del montaje) así como la directa implicación del personal de la droguería (posibilitando que los operarios encargados del mantenimiento tengan conocimiento de los distintos elementos que forman el A-Frame).

Se debe realizar un estricto seguimiento para asegurar el buen fin del proyecto. Esto es así porque del exacto montaje de los elementos mecánicos depende la posterior colocación de los componentes electrónicos a la vez que la definitiva sincronización de los movimientos mediante el software de control.

7.3.2 Montaje de estanterías

Una vez que los materiales pasaron los controles de calidad, se inicia el montaje de las estanterías. Durante toda la fase de montaje, el jefe de obra realiza la supervisión de los trabajos asegurando que se siguen los procedimientos adecuados, plazos y que se cumpla con el nivel de óptimo de calidad.

7.3.3 Verificación mecánica

Se realiza sobre los elementos mecánicos las siguientes comprobaciones:

- Comprobación visual y medición electrónica de la colocación de los elementos fijados en suelos o paredes y de los elementos solidarios a otros.
- Verificación de que el posicionamiento es el correcto para cumplir la función específica de cada uno de ellos.
- Revisión de que los elementos cumplen las especificaciones de fabricación en cuanto a materiales empleados, formas, medidas y propiedades que deben poseer.
- Control visual de que se han colocado todos los elementos necesarios y no otros.

7.3.4 Montaje eléctrico

Cuando se finaliza con el control de los elementos mecánicos, se procede al montaje eléctrico. Se colocan elementos correspondientes a cableado, sensores de control, red de datos, equipos informáticos y pantallas de control.

7.3.5 Verificación eléctrica

Con la verificación eléctrica se procederá a realizar movimientos de prueba reales. Por ello es crucial asegurar que cada uno de los elementos está perfectamente cableado y que responde correctamente a las situaciones para las que ha sido empleado.

7.3.6 Validación del conjunto

Se realizan acciones para todo el conjunto, de forma integrada, para verificar un correcto funcionamiento del todo.

7.4 Puesta en Marcha

Una vez instalado el A-Frame, comienza el proceso de la puesta en marcha. En primer lugar, instalar el software de control específico para el almacén automático en cuestión. Las máquinas deben ejecutar correctamente las órdenes enviadas por este software de control. Será el encargado de enviar las señales eléctricas a los accionamientos de los motores para que estos se pongan en movimiento o pasen a estado de reposo. También es el encargado de recibir y tratar la información de cada una de las situaciones que se producen. Cualquier anomalía en el código programado o modificación necesaria será corregida o implementada in situ por el equipo de programadores desplazados a la instalación.

Luego debe vincularse el software específico al software de gestión del almacén, que será el encargado de tomar las decisiones y enviar las órdenes al sistema de control.

Luego comienza la etapa de la validación del sistema, verificando que la funcionalidad del sistema y los flujos de la instalación.

Finalmente llega la etapa de la formación del personal. El equipo de instalación debe instruir al personal en el manejo del sistema de automatizado. Se le entregará a cada uno de los perfiles manuales específicos para que pueda realizar su trabajo.

7.5 Cronograma de Instalación

A partir de los distintos pasos que deben llevarse a cabo durante la instalación se diseñó el siguiente diagrama de Gantt, mostrando los tiempos y relaciones entre las distintas etapas de la instalación. Como se puede observar, la instalación dentro del almacén lleva un total de aproximadamente 8 semanas.

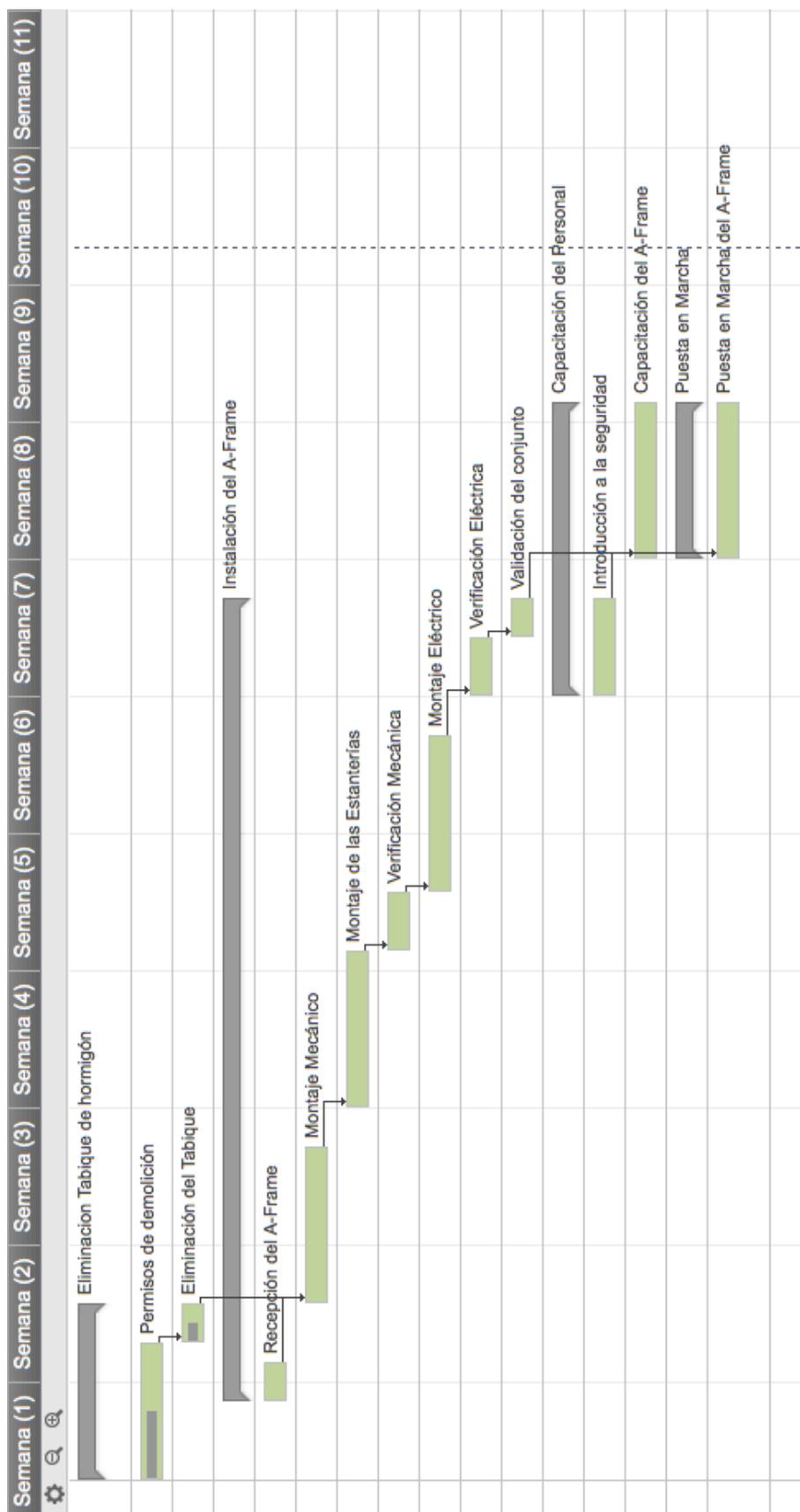


Figura 27. Diagrama de Gantt. Instalación del A-Frame

Capítulo 8

CONCLUSIONES

A partir de las proyecciones y la expansión prevista por la empresa para los siguientes años, se buscó la alternativa más conveniente para adecuarse a la situación futura. Para lograr este objetivo, surgió como principal alternativa aumentar la productividad de los operarios del almacén, mediante la automatización o semi automatización del picking.

La situación que presenta el país actualmente favorece el desarrollo del proyecto, permitiendo tasas de financiación bajas y un tipo de cambio controlado por debajo del real, favoreciendo las inversiones en el día de hoy.

Las posibles alternativas consideradas frente el aumento de la demanda fueron tres: aumento del personal, semi automatizado y el automatizado. Se optó por el automatizado, ya que aportaba considerables mejoras en la productividad sin incurrir a la necesidad de ampliarse a nuevos almacenes para poder satisfacer la demanda futura. A su vez, se lograban considerables ahorros en salarios, disminuyendo las contrataciones futuras y desvinculando operarios tercerizados únicamente en la primera etapa del proyecto, evitando despidos.

Se optó por realizar una única inversión, debido a que presentaba menores costos y las condiciones macroeconómicas son más favorables que las proyectadas.

Considerando que la implementación total del proyecto dura aproximadamente 7 meses, se recomienda realizar la inversión necesaria cuanto antes, aprovechando la situación macroeconómica actual.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Costos almacén.....	3
Tabla 2. Operaciones de picking	4
Tabla 3. Distribución de las unidades vendidas en las distintas categorías	10
Tabla 4. Distribución de los ítems vendidos en las distintas categorías.....	10
Tabla 5. Productividad promedio por operario en los distintos sectores	11
Tabla 6. Categorización de los éticos según su rotación	11
Tabla 7. Distribución de los éticos.....	12
Tabla 8. Rotación promedio diaria de los éticos según su categoría	12
Tabla 9. Distribución de los operarios por sectores	20
Tabla 10. Proyección de la cantidad de farmacias	23
Tabla 11. Proyección de la demanda anual (en unidades).....	24
Tabla 12. Proyección de la demanda anual (en ítems)	24
Tabla 13. Demanda ítems éticos, con pickeo manual	25
Tabla 14. Inflación Oficial, Inflación Congreso y Paritarias	27
Tabla 15. Inflación año 2014	27
Tabla 16. Datos para el cálculo del costo de capital	30
Tabla 17. Beta para distinta estructura de deuda.....	31
Tabla 18 WACC óptimo	31
Tabla 19. Datos básicos A-Frame	35
Tabla 20. Calendario de inversiones	35
Tabla 21. Productividad de los operarios bajo las distintas modalidades.....	36
Tabla 22. Cantidad necesaria de operarios	36
Tabla 23. Flujo de Fondos	36
Tabla 24. Probabilidad de los distintos escenarios	38
Tabla 25. VAN calculado para los distintos escenarios	39
Tabla 26. Aprovechamiento del A-Frame.....	39
Tabla 27. Análisis inversión en etapas	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los operarios entre los distintos sectores. Elaboración propia a partir de datos de la droguería	3
Figura 2. Costos del picking puro.	4
Figura 3. Lay Out de la planta baja del almacén.....	7
Figura 4. Lay Out de la planta alta del almacén. Facilitado por la droguería	8
Figura 9. Flujograma del proceso de recepción	13
Figura 10. Flujograma proceso de reposición	14
Figura 11. Flujograma proceso de armado procesos	16
Figura 12. Neopharma	17
Figura 14. Flujograma proceso de despacho.....	19
Figura 15. Distribución de los costos de operarios fijos por sectores	21
Figura 16. Evolución de la inflación real.....	28
Figura 17. Tasa de Cambio	29
Figura 18. Canales y estanterías de reposición.	33
Figura 19 Interior del A-Frame	34
Figura 20. Flujo de Fondos acumulado	37
Figura 21. Crecimiento de la demanda en los distintos escenarios	38
Figura 22. Operario realizando pickeo por voz	43
Figura 23. Operaciones en Pick to Voice	44
Figura 24. DPD.....	44
Figura 25. Uso de anteojos display	45
Figura 27. Diagrama de Gantt. Instalación del A-Frame	51

BIBLIOGRAFÍA

- Pascual Ruano, José Antonio. Almacenaje y Manutención. Capítulo 3: Métodos de preparación de pedidos.
- https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/372/50004/1/Documento4.pdf
- Administración de la Cadena de Suministro, Ronald Ballou. Editorial Pearson/Prentice Hall
- Argentina IPC General. <http://www.inflacionverdadera.com>
- Cotización Dólar Informal.
- <http://www.ambito.com/economia/mercados/monedas/dolar/info>
- Tasa de cambio oficial. <http://www.oanda.com/currency/historical-rates>
- Paper Economía Internacional Monetaria. 1991. Argentinas experience with paralel exchange markets: 1981 – 1990 Kamin.
- Schaefer, A-Frame. <http://www.ssi-schaefer.de>
- Ventura, Enrique. 2010. Macroeconomía de la economía abierta. Editorial Nueva Librería.
- Capital Structure. Capítulo 11. Manual de la cátedra Finanzas de la Empresa.