



**PROYECTO FINAL
DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

<i>AUTOR</i>	<i>LEGAJO</i>	<i>DNI</i>
Celeste Andrea Caruso Bloeck	50169	35.156.562
Nicolás Sebastián Veciana	50158	35.056.754

Tutor: Coccolo, Pablo

2013

A nuestras familias que nos apoyaron en este desafío que es emprender una carrera universitaria y a nuestros profesores que nos enseñaron sus conocimientos e hicieron que creciera nuestro amor por la ingeniería.

Resumen Ejecutivo

Este trabajo se desarrolla para Rotoplas SA, empresa productora de tanques de agua y equipamiento de fontanería de alta calidad cuya fábrica se encuentra ubicada en el Parque Industrial de Pilar. Sus ventas anuales son de \$160.000.000, lo que representa casi un tercio del mercado argentino.

Recientemente adquirió la empresa Tinacos quien competía en el mercado por precio. De esta forma la empresa alcanzará una producción anual de aproximadamente 3 millones de kg por año, alcanzando el 50% del mercado argentino.

En este trabajo se ha realizado un estudio detallado de los procesos productivos utilizando las principales herramientas de la ingeniería industrial. A consecuencia de este estudio se pudieron comprobar ineficiencias que generan sobrecostos y problemas de gestión agravados por la situación en la que se encuentra la empresa: proceso de fusión

En respuesta, se han desarrollado propuestas en tres sectores del área productiva que mejorarán los métodos de trabajo actuales. Estas requieren relativamente poca inversión y traen aparejados grandes beneficios tanto operativos como económicos para la empresa.

Se propone **reorganizar el área de almacenamiento** en búsqueda de disminuir el flujo de materia prima, los movimientos y las ineficiencias. La propuesta implica una inversión total de **\$84.650**. Se espera recuperar el capital en **seis meses** y tener un ahorro anual de **\$183.500**.

En segundo lugar se desarrolló una **reorganización del lay-out** con el objetivo de disminuir los problemas del transporte haciéndolo más lineal y con menores interferencias. Favoreciendo la utilización del método FIFO y permitiendo un mayor control de lo que entra al almacén de productos terminados. La inversión requerida es de un total de **\$59.000**, donde el mayor monto se debe a la apertura de un portón que permite una conexión directa entre el sector de producción y el almacén de producto terminado. Los ahorros consecuentes de la implementación, permitirán un ahorro anual de **\$87.490** y un periodo de repago de **nueve meses**.

La última propuesta, consiste **reorganizar el proceso de terminado** generando un ahorro mensual de \$65.000, o **\$780.000** anual.

Las medidas pueden ser aplicadas independientemente una de otra. Sin embargo, el aplicarlas juntas hace que las ventajas de cada una se potencien entre ellas. Es más, la inversión realizada se podría recuperar en **dos meses** y se produciría un ahorro anual de casi **un millón de pesos**, lo que hace las propuestas aún más interesantes.

Además de los anteriores, se plantean otros puntos de mejora que podrían profundizarse en trabajos futuros. Entre ellos están la implementación de **5S** y **Kan-Ban**, la elaboración de un **Análisis de Modos de Fallas Potenciales y sus Efectos** (AMFE) y sugerencias sobre el sector de rotomoldeado, actual cuello de botella.

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

Executive Summary (English version)

This paper is developed for Rotoplas SA, a multinational company dedicated to the production of water containers and plumbing equipment, which is located in Parque Industrial Pilar. Its annual incomes are \$160,000,000, which represents about a third of the Argentinean market.

Recently Rotoplas acquired Tinacos, a water tank company who is known for its low cost products that was competing in the market in price. Thus, Rotoplas now holds 50% of the total market with a production of 3,000,000 kg / year.

Throughout this paper, a detailed study of the productive processes was done using the main tools of industrial engineering. As a result many inefficiencies were detected, which create over-costs and management problems due to the company's situation: acquisition process.

In response, proposals have been developed for three sectors of the productive area that will improve the current working methods and require little investment.

It is proposed to reorganize the storage area in search of reducing the flow of raw materials, movements and inefficiencies. The proposal involves a total investment of \$84,650. The capital is expected to be recovered in six months and will have annual savings of \$183,500.

Secondly, a reorganization of the layout has been developed in order to reduce transport problems making it more linear and with less interference by promoting the use of FIFO and allowing greater control of what goes into the finished goods warehouse. The investment required is a total of \$ 59,000, where the greatest amount is due to the opening of a gate that allows a direct connection between the production sector and the finished product warehouse. The savings will account to an annual savings of \$ 87,490 and the repayment period is nine months.

The last proposal is to reorganize the finishing process, whose implementation will generate a monthly savings of \$ 65,000, or \$ 780,000 annually.

Measures can be applied independent from each other. However, implementing them all at once will enhance each other benefits. Moreover, the investment could be recovered in two months and will produce annual savings of nearly a million dollars, making them even more interesting.

Besides the above, other points are raised which consist of improvement opportunities that could be deepened in future work. These include the implementation of 5S and Kan-Ban, the preparation of a Potential Failure Mode and Effects Analysis (PFMEA) and suggestions on the current bottleneck.

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

1. ÍNDICE

1. Índice.....	i
2. Introducción	1
3. Relevamiento de Información.....	3
3.1 Descripción del producto	3
Tanques de agua Tricapa:	3
Tanques de agua Bicapa:.....	3
3.2 Descripción del Proceso Productivo	4
Diagrama de bloques.....	4
Diagrama de Operaciones	5
3.3 Desarrollo del proceso.....	9
3.4 Lay-Out e Instalaciones.....	15
Lay-Out actual.....	15
3.5 Estructura de Distribución.....	18
Abastecimiento.....	18
Distribución.....	19
4. Oportunidades de mejora	21
4.1 Puntos a mejorar	21
5. Almacén de materia prima	23
5.1 Situación Actual (antes de la fusión).....	23
5.2 Sistema de Gestión de Inventario	25
5.3 Problemática	27
Generalidades.....	27
Problema de la no utilización FIFO y almacenamiento en el exterior.....	28
6. Lay-out de la planta.....	33
6.1 Situación Actual (antes de la fusión).....	33
6.2 Problemática	33
6.3 Cálculo de necesidad de maquinaria	34
6.4 Propuesta Nuevo Lay-Out.....	36
7. Reorganización del Proceso de Terminado.....	39
ÍNDICE – Caruso, Veciana	i

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

7.1	Situación actual (Antes de la fusión)	39
7.2	Incorporando Tinacos	41
7.3	Propuesta	42
	Mejora del grado de aprovechamiento	44
8.	Análisis Económico Financiero	47
8.1	Lay-Out	47
	Costos sin propuesta	48
	Costos con la mejora	49
	Diferencia de costos entre casos	50
	Inversiones	52
	Flujo de Fondos: Lay-Out	53
8.2	Proceso de Terminado	54
	Flujo de Fondos: Proceso Terminado	55
	Diferencias de Costos entre casos	56
	Inversiones	60
	Flujo de Fondos: Almacén	61
8.3	Implementación de las tres propuestas	62
9.	Conclusiones	63
10.	Futuros Análisis y Oportunidades de Mejora	65
10.1	Implementación de 5S y Kan-Ban	65
10.2	Análisis de los Modos de Fallas Potenciales y sus Efectos (AMFE) en el Proceso de Rotomoldeado	66
	Análisis Cuantitativo	66
	Análisis de Modos de Falla Potenciales y sus Efectos (AMFE)	67
10.3	Sector de Rotomoldeado	71
Anexo I:	Necesidades de materia prima	73
	Producción de Rotoplas antes de la fusión	73
	BOM Productos Rotoplas	74
	Producción de Tinacos	75
	BOM Productos Tinacos	76
Anexo II -	Estrategia de Calidad y No Conformidades	77
	Estrategia de Calidad	77
	Modos de falla	77

Deformado	77
No Cubre Arena/Negro	77
Transparencias	78
Falta materia prima	78
Quebrado	79
Quemado	79
Pegado al molde	80
Grumos.....	80
Contaminado	80
Anexo III: Requerimiento de Maquinaria	81
Capacidades Productivas de los Procesos	81
Tiempos de producción necesarios para productos Rotoplas	82
Tiempos de producción necesarios para productos TINACOS	84
Requerimientos de maquinaria y mano de obra para TINACOS	85
Anexo IV: Análisis Económico Financiero	87
Datos	87
Inversiones	88
Anexo V: Datos Análisis Económico de Almacén	91
Rechazos por turno.....	91
Cálculo de Scrap por marca	93
11. Bibliografía	95

2. INTRODUCCIÓN

Rotoplas es una empresa multinacional, con más de 25 años de experiencia produciendo contenedores de agua y equipamiento de fontanería, es líder en Argentina en el segmento de tanques de agua de alta calidad para uso domiciliario. En busca de consolidarse como líderes en el mercado de tanques de agua domiciliarios en Argentina, hace unos meses adquirió *Tinacos*, una empresa de tanques de agua cuya marca estaba posicionada como tanques de bajo costo.

Con esta fusión la empresa pretendía poder llegar a un segmento de mercado que con sus tanques no podía llegar, ya que la marca correría el peligro de perder prestigio.

Antes de la fusión *Rotoplas* poseía el 30% del mercado de tanques de agua domiciliario con una venta de 1.800.000 kg/año, mientras que la empresa adquirida, *Tinacos*, poseía otro 20%. En consecuencia, con la adquisición pasaron a tener el 50% del mercado total Argentino con una venta de aproximadamente 250 mil tanques por año.

Antes de la adquisición la empresa *Rotoplas* presentaba una capacidad que apenas le alcanzaba para cubrir la demanda ya que el proceso productivo tenía muchas ineficiencias. Una vez lograda la adquisición, la empresa adquirió un volumen extra de demanda que pretendía satisfacer con la producción centrada en la misma planta donde antes solamente se producían los tanques de alta calidad. Esto significó una presión sobre el área de producción que debía adaptarse a las demandas de la vieja y nueva compañía, así como también de los nuevos clientes que el sector de ventas había adquirido alentados por las oportunidades que traía la fusión.

Dado este panorama de cambio y de necesidad en mejoras en la productividad, la empresa se encuentra buscando pasar desde una producción de 28 tanques por máquina por turno (14 ciclos, ya que cada máquina posee dos moldes) a otra de 20 ciclos por turno, es decir, que pretenden llegar a estar produciendo 40 tanques en cada uno de ellos. Para ello están dispuestos a realizar las inversiones convenientes siempre y cuando estén justificadas debidamente.

Por otro lado, el aumento de las ventas representa también una mayor presión sobre la gestión de inventarios, sobre todo en el sector de almacenaje, donde va a ser necesario un análisis más profundo para describir la situación anterior y posterior a la fusión, con el objetivo de tratar de optimizar su gestión para acompañar de manera eficiente el incremento de las ventas.

Por último, cabe destacar, que para lograr el éxito de la fusión en cuanto a las operaciones de la fábrica, va a ser necesario estudiar el Lay Out de la planta, para que el mismo acompañe esta nueva demanda sobre la producción, evitando interferencias en el movimiento dentro de la fábrica y haciendo que la producción fluya libremente en todo el proceso productivo.

Por todo esto se desprende que el objetivo de este trabajo es relevar los puntos débiles que tiene la empresa, así como también realizar propuestas de mejora junto con su debido impacto económico en tres aspectos: Procesos, Almacén y Lay Out.

3. RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN

3.1 Descripción del producto

Los tanques de agua de uso domiciliario pueden fabricarse en diversos materiales (siendo el fibrocemento el tradicional). La tecnología más moderna consiste en realizarlos de polietileno virgen a través de la técnica de rotomoldeo.

Existen dos variantes de acuerdo a la funcionalidad del tanque:

Tanques de agua Tricapa:

El hecho de tener tres capas le da una mayor resistencia mecánica. Son tanques previstos para estar al aire libre. Poseen una capa interna de polietileno de baja densidad espumado de color blanco, que permite ver desde el exterior la claridad del agua. Luego aparece una capa intermedia de polietileno de baja densidad de color negro que lo que hace es no permitir el pasaje de la luz exterior dentro del agua, protegiendo así la no generación de algas dentro del tanque. Por último tenemos la capa exterior de color arena que permite reflejar la luz solar del tanque, evitando que tome altas temperaturas. Por esta razón es que el tanque puede estar en el exterior expuesto al rayo de sol.

Tanques de agua Bicapa:

Es igual al tanque tricapa pero no posee la última capa de color arena, por lo que su capa exterior es de color negro. Debido a esto es que no es recomendable ubicar estos tanques en un lugar donde estén expuestos al rayo de sol.

Al poseer una capa menos estos tanques poseen una menor resistencia mecánica que los tricapa y son un poco más económicos.

Luego a ambos tipo de tanques se le agregan diversos accesorios que permiten su funcionamiento. Estos accesorios son: tapa click o a rosca, válvula de seguridad, flotante, conexiones termofusionadas, filtros.

A continuación puede verse una imagen de dos tanques, uno tricapa y uno bicapa:



Figura 1

Ambos tipos de tanques de la marca Rotoplas se comercializan en el mercado en los siguientes tamaños: 400, 600, 850, 1100 y 2500 litros.

En cuanto a la nueva marca adquirida, comercializada como Tinacos, el conformado es similar, excepto por una diferencia en el diseño, por lo que difiere el molde de fabricación con los tanques Rotoplas. En el mercado se comercializan en los siguientes tamaños: 300, 400, 500, 600, 750, 1100 y 2750 litros.

3.2 Descripción del Proceso Productivo

Diagrama de bloques

El proceso productivo se puede resumir básicamente en el siguiente diagrama de bloques:



Diagrama 1

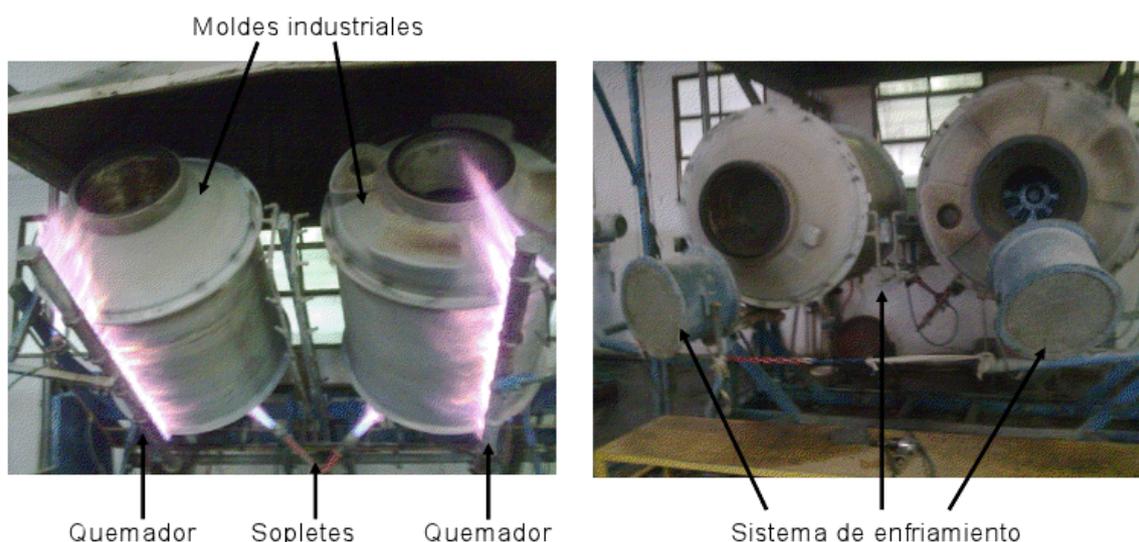
Como se observa en la figura anterior, el proceso comienza con el pesado y la preparación de las distintas MP para cada tipo de tanque a producir, dicho proceso es realizado con la ayuda de tolvas dosificadoras.

Una vez que se tiene separado en baldes el polietileno en polvo para introducir en las máquinas de rotomoldeo, se procede a realizar el proceso de conformado del tanque a través de la operación de rotomoldeo.

Finalizado el proceso anterior, se procede a realizar las distintas actividades de terminación, entre las que se encuentran: la colocación del aro de las tapas, la colocación de la tapa, el agujereado, la colocación de las conexiones por termofusión, el aspirado del interior del tanque y el serigrafiado del logo de la empresa.

Por último se procede a cubrir el tanque con Shrink-Wrap, para finalmente ser almacenado antes de su distribución a los distintos puntos de ventas.

Especificación máquina de rotomoldeo



Rotomoldeo: es una técnica de procesamiento de polímeros que permite obtener piezas huecas de tamaño mediano a muy grande con relativamente poco material y buena estabilidad. Consiste en un molde que es hecho girar en dos planos simultáneamente, que contiene en su interior el termoplástico que es alimentado en forma de polvo, el cual debe tener características de fluidez adecuadas, como bajo punto de fusión, viscosidad baja e índice de fluidez altos.

Figura 2

El proceso de rotomoldeado se realiza con moldes de acero inoxidable con el tamaño del tanque que se va a producir, si se requiere producir otro tipo de tanque en esa maquinaria, se debe proceder al cambio de moldes y el correcto set up de la máquina antes de comenzar a producir el nuevo producto. El tiempo de cambio de molde y set up no debería llevar más de 45 minutos.

Diagrama de Operaciones

En este punto del documento se procedió a la realización del *Diagrama de Operaciones* para el proceso de producción del tanque de agua *Bicapa de 1100 litros*. Cabe destacar, que si bien cada producto lleva MP distintas, el proceso básico es el mismo para todos los distintos tipos de tanques que se producen, la única diferencia es la MP requerida para la producción.

La descripción de las distintas operaciones que se muestran en el diagrama siguiente se encuentra detallada en el punto *Descripción del Proceso Productivo*, que figura a continuación del presente punto de desarrollo.

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

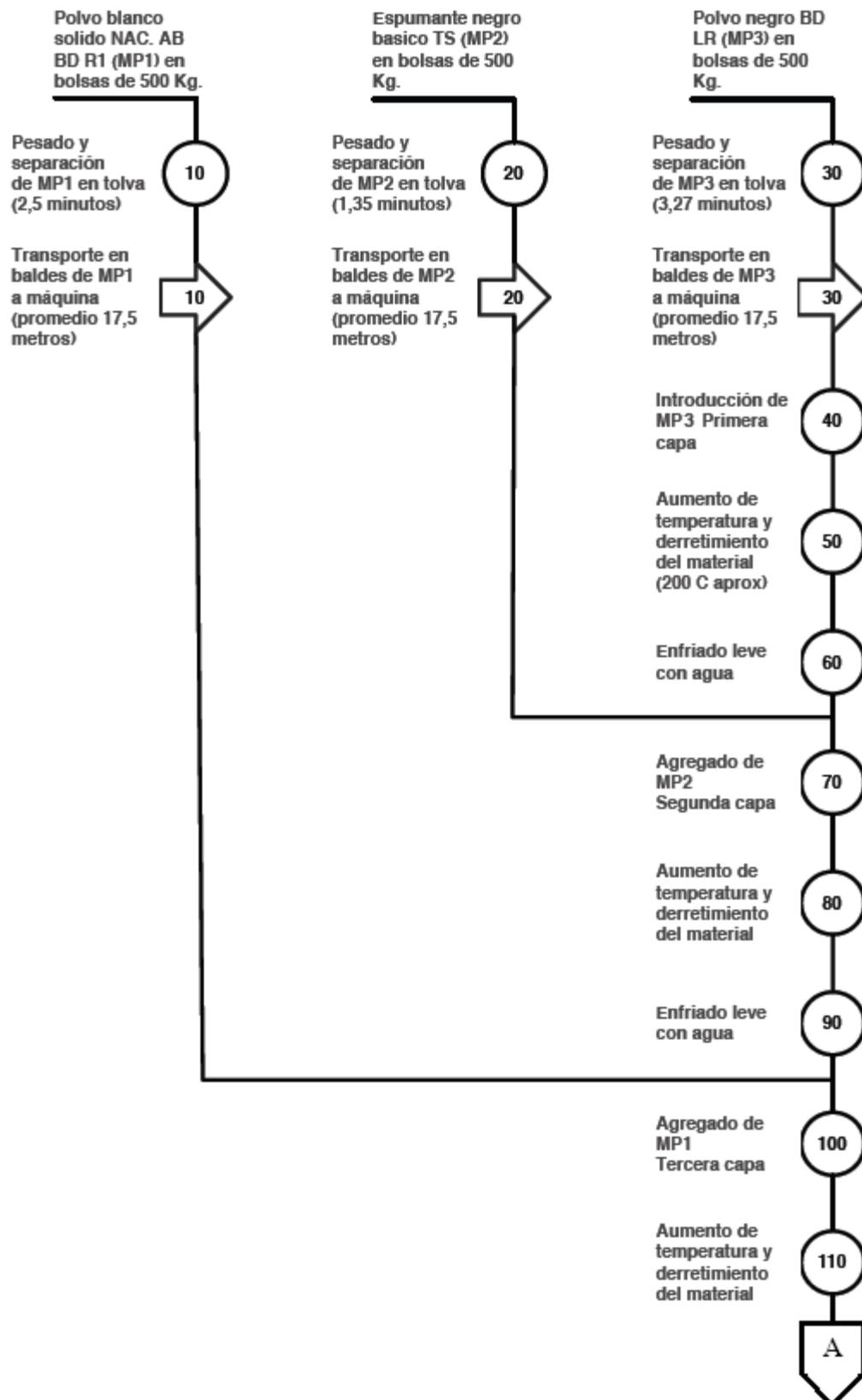


Figura 3

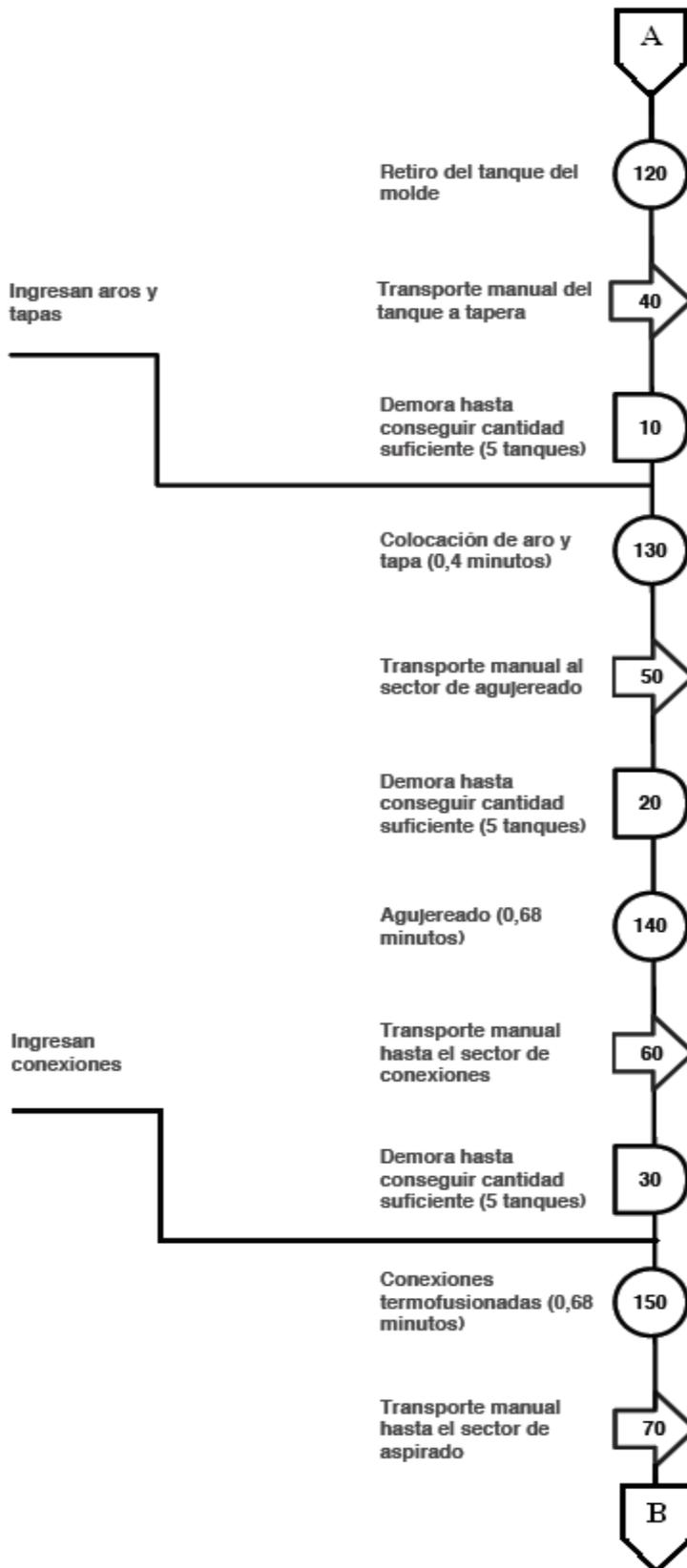


Figura 4

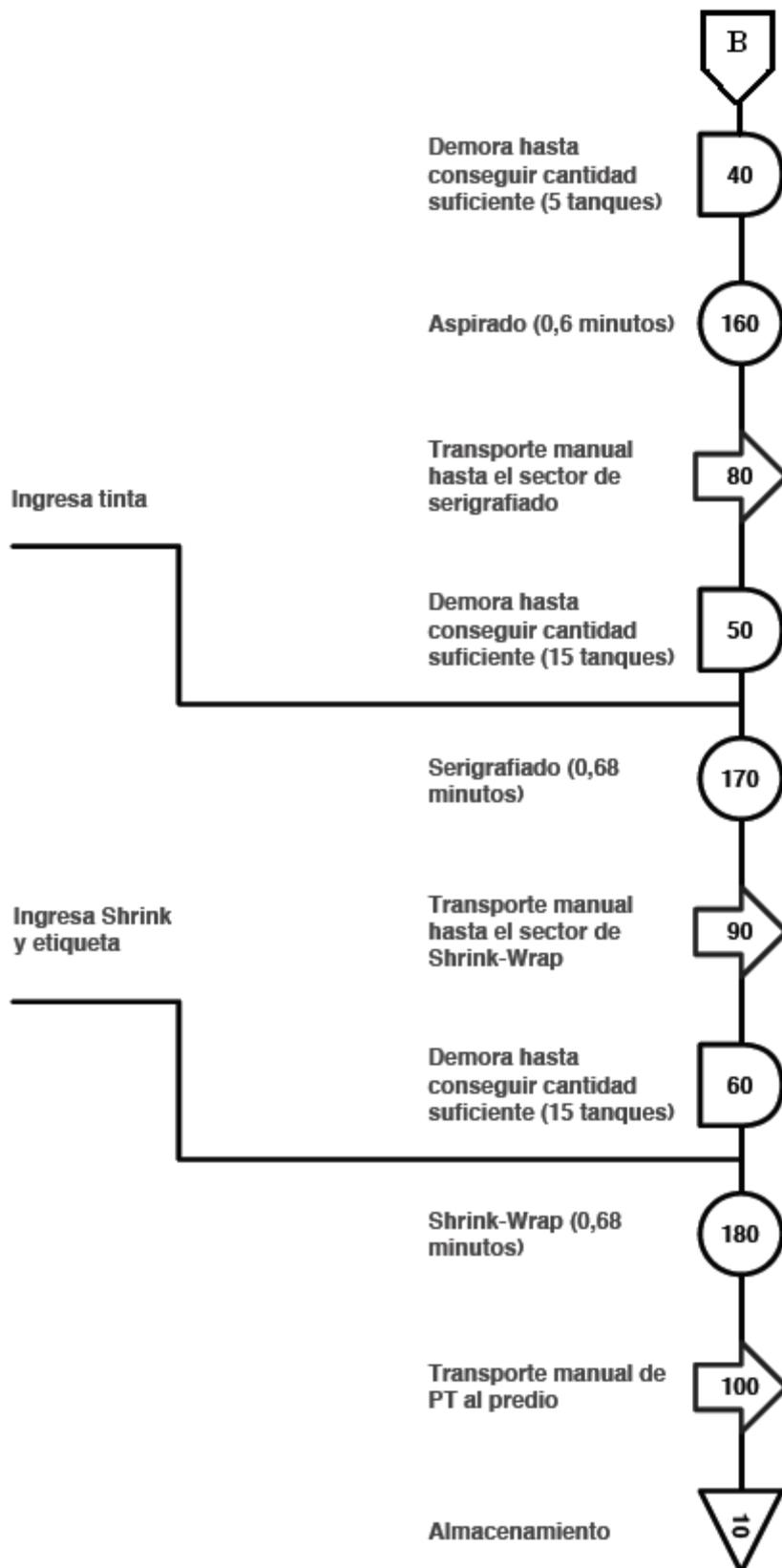


Figura 5

3.3 Desarrollo del proceso

Adquisición de las MP e insumos

La elaboración de los tanques comienza con la adquisición de las distintas materias primas e insumos necesarios para la producción. Los órdenes de pedido son efectuadas por la herramienta MRP del sistema SAP que maneja la compañía. Todos los pedidos son traídos desde México, desde otras empresas del mismo grupo empresario.

Semanalmente hay ingreso de materiales para la producción, los mismos son almacenados hasta su utilización. El polietileno en polvo se recibe en bolsas de 500kg, y los distintos accesorios se reciben a granel.

Hoy en día, estos son apilados en bolsas sin ningún tipo de orden especificado. Esto trae dos consecuencias: que no se puede utilizar un método FIFO en la materia prima, y que al estar apilados se demore más tiempo cuando se quiere acceder a cada uno de ellos. Además, el espacio donde este se almacena resulta pequeño para la creciente demanda de producto terminado, por lo que se debe considerar una expansión del sector o un rediseño en la distribución.



Figura 6

Pesado y preparación del material

Cuando llega el momento de ser utilizados, se carga el polvo de polietileno en su respectiva tolva, según el tipo: negro, negro espumoso, blanco espumoso, arena. Cada tolva cuenta con un controlador electrónico que regula la cantidad a fraccionar según el tanque que se quiera fabricar: cuanto mayor sea el volumen del tanque, mayor será la cantidad de material utilizado. El material fraccionado por las tolvas se coloca en baldes amarillos o en unas bolsas blancas, que una vez cargados esperan al costado de las tolvas hasta que el operario encargado de la producción se lleva al sector del rotomoldeado las MP y cantidades que necesite para la elaboración. Actualmente el pesado es realizado por una única persona, que prepara las materias primas necesarias para la producción del siguiente turno.



Figura 7

Rotomoldeo

Esta etapa del proceso es la más crítica de todo el sistema de producción, debido a que es la actividad que mayor tiempo requiere, es donde se producen las distintas causas de scrap, y



Figura 8

donde se requiere a los operarios más calificados.

Los baldes con el polietileno fraccionado se ubican cerca de la máquina. Cada máquina posee dos moldes, por lo que se puede ir produciendo de a dos tanques por máquina al mismo tiempo. Un operario se puede encargar sin mayor dificultad y sin pérdidas de tiempo ni de eficiencia de dos máquinas, por lo que cada operario puede estar fabricando 4 tanques al mismo tiempo.

El proceso comienza con la colocación del material ya pesado y fraccionado, cerca de la maquinaria. Se procede al set up de la máquina, colocando el molde requerido para la producción a realizar, e indicando el programa de producción a seguir de acuerdo con el producto que se va a elaborar.

Luego se vierten en el molde abierto, el polietileno correspondiente a la capa exterior del tanque, se ubica la tapa del molde en posición y se cierra la brida con tornillos a través de una herramienta neumática.

Una vez que se tiene el material dentro del molde cerrado, comienza el rotomoldeo propiamente dicho. Se encienden los sopletes, la llama calienta al molde, el molde comienza a rotar sobre su eje y a su vez bascula hacia arriba y abajo para un mejor esparcimiento del material.

Cuando la primera capa está lista, se enfría levemente al molde con agua que se rocía sobre él, y se introduce el material correspondiente para la segunda capa. La tapa del molde no se puede abrir para introducir la segunda tanda de polietileno, y como el molde está caliente y la abertura no es muy grande, no se puede usar el balde convencional. En su lugar, se utiliza un recipiente de forma pseudo-cónica, hecho de polietileno, donde previamente se pasó el polietileno fraccionado en las bolsas o baldes, a su interior. Este



Figura 9

recipiente encaja perfectamente en la abertura del molde, facilitando la labor del operario para volcar el contenido dentro del molde. Esta operación se repite hasta completar todas las capas que lleve el tanque que se está produciendo.

Finalmente se procede a enfriar al molde para darle rigidez al tanque. Esto se hace con unos aspersores de agua colocados sobre un eje en medio de ambos moldes. El proceso es auxiliado por ventiladores que envían aire al interior del molde por la abertura central.

La empresa cuenta con un sistema de agua destinada al enfriamiento. La misma se extrae de la napa subterránea que posee el predio donde están localizados. Un gran porcentaje del agua al golpear al molde caliente se evapora al ambiente, por lo que posteriormente debe ser repuesta. El sobrante cae al piso y se recolecta en un sumidero que la manda nuevamente al circuito de agua de enfriamiento.

Es muy importante que no ingrese agua al tanque, ya que si esto sucede el mismo se estropea y debe ser descartado como scrap. El único lugar por donde puede ingresar agua es por la brida de cierre, por lo que es muy importante mantener el hermetismo en el cierre de la tapa.

El agua utilizada para el enfriamiento presenta un cierto grado de dureza, por lo que deposita una película de sales sobre la superficie del molde. Esta capa depositada actúa

como aislante térmico, perjudicando el calentamiento del molde, por esta razón, cada un cierto periodo de tiempo es necesario arenar las superficies de los moldes para eliminar las sales depositadas.

Una vez finalizado el proceso de enfriado, se abre la tapa, se retira al tanque del molde y se recorta una pequeña rebaba sobre la boca del mismo con una navaja.



Figura 11



Figura 10

Esta etapa del proceso finaliza con una inspección visual del tanque en busca de algún tipo de modo de falla que genere el rechazo del mismo como scrap. En promedio en esta operación se registra un rechazo del 0,8% de los tanques producidos.

Para transportar a los tanques dentro de la fábrica, un operario inclina el eje del tanque a 25 grados de la normal al piso y los hace rotar.

En la actualidad esta etapa del proceso productivo es el cuello de botella y por lo tanto cualquier mejora que se realice aquí, posibilitará una mayor producción de tanques. El principal problema que se produce aquí es que los moldes están en mal estado. Por un lado, a algunos les faltan tornillos, lo que hace que el cierre no sea tan hermético como se quisiera. Esto provoca que al enfriarlos, no se puede hacerlo directamente con agua y aire porque si no se deformarían. Entonces se debe hacer un pre-enfriado con aire y luego agregarle agua, lo que hace que se requiera mayor cantidad de tiempo en este proceso de enfriado.

Otra consecuencia del mal estado de los moldes, es que al tener depósitos de sarro que funciona como aislante térmico, los plásticos no reciben el suficiente calor y las llamas deben ser ajustadas según la necesidad de cada tanque en particular. Por lo tanto, no se puede dejar a las máquinas funcionando en modo automático, ya que el producto saldría fallado. Esto se reduce nuevamente en mayores tiempos de producción.

Si bien actualmente se está realizando mantenimiento y puesta a punto de las máquinas y sus moldes, el hecho de que sea cuello de botella implica que es un sector que debe de cuidarse y reducir al máximo las ineficiencias y tiempos muertos. Esto significa que el operario no debería perder tiempo entre producciones: siempre debe tener material para trabajar y no perder tiempo limpiando el sector cada vez que se termina un ciclo.

El personal en la parte de Rotomoldeado, se organiza de manera tal de tener un operario cada 2 máquinas rotomoldeadoras, es decir, cada operario atiende cuatro moldes al mismo tiempo.

Ambos moldes de una misma máquina funcionan con el mismo programa, por lo que en ambos moldes se debe fabricar el mismo producto, no puede haber un molde fabricando un producto y el otro molde otro. Ambos moldes van hermanados.

En general se trata de que las dos máquinas que maneje el operario estén produciendo productos de distinto tiempo de ciclo para que no haya superposición de trabajo, y mientras que el operario se encuentra cargando o descargando la producción de una máquina, la otra se encuentre en producción para que no haya tiempos de espera muertos. Llegado el caso de superposición del momento de atención manual de la máquina, otro operario libre asiste al maquinista, para disminuir la cantidad de tiempo improductivo.

Colocación de las tapas

Al tanque ya conformado es preciso adosarle algunos accesorios y realizarle aberturas para que pueda ser conectado correctamente a la red sanitaria.

Como primera operación de adosado, se le coloca el aro de la tapa en la boca del tanque para poder encajar luego la tapa. Esto se realiza por fricción, utilizando una máquina que empuja un aro contra el tanque mientras lo hace girar a altas revoluciones, elevando la temperatura y permitiendo la unión de las partes.

Esta operación requiere de un operario que coloque al tanque en posición y maneje la máquina denominada tapera.

Agujereado

La siguiente operación consiste en perforar dos orificios en el cuerpo del tanque: uno cerca de la base, donde posteriormente se va a ubicar la conexión por termofusión, y otro en la parte del cuello superior. Esta operación la realiza un operario poniendo al tanque de costado y perforándolo con un taladro neumático.

Conexiones por termofusión

A continuación, se le adosa la conexión al tanque. Este procedimiento se realiza por termofusión: se calienta el accesorio en una suerte de "hornalla" y también se calienta el agujero hecho en la parte inferior del tanque en la operación anterior, donde se colocará la conexión. Una vez que ambos están a la temperatura adecuada, se introduce la válvula a presión, y producto de la



Figura 12



Figura 13



Figura 14

temperatura la conexión queda adherida al tanque. Esta operación es realizada por un operario.

Aspirado

Debido a que el proceso de agujereado deja viruta dentro del tanque, es preciso aspirar su interior para dejarlo limpio y mejorar la calidad de presentación. Esto lo realiza un operario con una aspiradora.



Figura 15

Serigrafiado

A continuación se realiza la operación de serigrafiado para colocarle al tanque el logo de la marca. El serigrafiado se realiza en batch, por una cuestión de eficiencia de tiempos, y consiste en la aplicación de una tinta espesa sobre el exterior del tanque. La tinta se coloca sobre una bandeja porosa llamada “transfer” que posee una zona más porosa donde se describe el logo de la empresa. La tinta pasa por los poros y deja impreso el logo.



Figura 16

Para favorecer la impresión se calienta con un soplete la zona del tanque donde se va a poner el logo para abrir los poros, se realiza el serigrafiado, y por último se vuelve a calentar la zona para consolidar la impresión.

Esta operación requiere de dos operarios para llevarla a cabo.

Shrink-Wrap

Hecho el serigrafiado, solo resta envolver el tanque con shrink-wrap, una envoltura de plástico transparente que lo protege de ralladuras y lo conserva libre de suciedad. Para aplicárselo, se coloca al tanque sobre la base de la máquina (que es rotante) y se lo hace girar. Conforme gira, el shrink-wrap lo va envolviendo.



Figura 17

Finalizado el proceso se le coloca un adhesivo informativo al tanque.

Esta operación demanda de un operario.

Terminación

Desde la colocación de tapas, pasando por el agujereado, la instalación de conexiones, el aspirado, el serigrafiado hasta el agregado del shrink wrap, son todas tareas que se realizan en el área de terminación. En ella, actualmente se encuentran trabajando cinco operarios, dos dedicados a las operaciones de aspirado, serigrafiado y shrink-wrap, y los otros tres se encuentran uno en cada operación restante. Estos procesos cuentan con una capacidad mucho



Figura 18

mayor a los procesos del resto de la fábrica, por lo que los operarios tienen una gran cantidad de tiempo ocioso.

Por otra parte, los tanques tienen muchos movimientos innecesarios alrededor de la planta y dentro de este sector. Actualmente se encuentran con mucha holgura de tiempo, debido a que las máquinas de rotomoldeo no están trabajando a la velocidad que deberían. Se cree que cuando estas sí funcionen a una velocidad de 20 ciclos por turno, entonces el sector de terminado estará más ajustado y se empezarán a notar las ineficiencias allí, sin embargo por la disposición actual del proceso los operarios tienen mucho tiempo ocioso.

Otro punto destacable de este sector es la gran cantidad de movimiento de tanques y de personas que hay.

De acuerdo a lo anterior, se considera que una mejora aplicada en este sector, ya sea mediante una reestructuración en el orden de trabajo o en cambio de ubicación de las máquinas, se verá reflejado en menores tiempos de producción en el futuro, mejor utilización de los recursos, sobre todo de la MO, y un mejor aprovechamiento del espacio disminuyendo los transportes.

Almacenamiento

Una vez que los tanques finalizan su proceso de producción son trasladados al exterior de la fábrica, donde quedan almacenados hasta su posterior transporte a los distintos puntos de ventas.

La empresa trata de no tener stock de producto terminado, por lo que la cantidad de tanques en el predio en general no excede una semana de ventas.

En este sector se presenta otra oportunidad de mejora, una vez terminados los tanques, estos son puestos en la puerta de la fábrica, para ser llevados al almacén de producto terminado. Lo que sucede muchas veces, es que los tanques que acaban de ser fabricados, son directamente cargados a los camiones para su transporte, sin importar que ya haya producto terminado en el almacén. Esto nuevamente, afecta el método FIFO que la empresa desea tener, para posibilitar un mejor control del producto terminado. Asimismo existe un problema en cuanto al orden de producto terminado en el almacén, no están por algún orden determinado, sino más bien de acuerdo al lugar que hay en el momento que quieren ser almacenados. Nuevamente afectando la organización.

El almacén de producto terminado es al aire libre. Esto genera que muchas veces el shrink-wrap se desprenda del tanque producto de las lluvias, vientos y otros accionares del medio ambiente.

Mantenimiento

Como operaciones soportes al proceso principal están todas las operaciones de mantenimiento que maneja la compañía para garantizar la correcta realización del proceso productivo.

La empresa tiene como estrategia de calidad el mantenimiento preventivo, que consiste en que cada cierto periodo de tiempo revisar y acondicionar todos los moldes y maquinarias involucradas en la producción. Algunos componentes críticos, que requieren especial atención preventiva son los siguientes:

- ✓ Revisar los retenes de los reductores del motor de la rotomoldeadora.
- ✓ Limpiar los filtros de los sistemas de refrigeración.
- ✓ Revisar los compresores de las pistolas neumáticas de apertura y cierre de los moldes.
- ✓ Limpiar las bridas de cierre de los moldes.
- ✓ Limpiar el sarro que se acumula sobre los moldes a través del proceso de arenado.

El área de mantenimiento está integrada actualmente por 5 personas que dependen de la gerencia de Manufactura.

3.4 Lay-Out e Instalaciones

Lay-Out actual

Dentro del edificio de la planta se tienen tres sectores: uno de producción, otro de almacenamiento y un tercero de oficinas.

El sector de producción es un pasillo de 20 metros de ancho, donde contra la pared se encuentran las maquinarias de rotomoldeo. Estas cuentan con conexiones de gas, electricidad y agua, requeridas para el proceso. Al pie de estas máquinas hay baldes con la cantidad de polietileno dosificado necesario para los tanques a producir según el plan de producción. Al inicio del flujo productivo están las ocho tolvas dosificadoras de polietileno donde se arman los baldes con el material.

Frente a las máquinas de rotomoldeo aparece todo el sector de terminado que comienza con la tapera con los aros y tapas a su costado, lo sigue el sector donde se hacen las perforaciones para las conexiones. Luego viene el puesto donde se instalan las conexiones por termofusión donde se ubican los hornos para calentar las válvulas antes de ser instaladas. Posteriormente tenemos el sector de serigrafiado, al que le sigue la máquina de shrink-wrap. Finalmente los tanques esperan a un costado, cerca del portón de salida para ser llevados al depósito exterior, donde los tanques permanecen hasta que son cargados en el camión para ser distribuidos.

El flujo productivo actual es en forma de U. El mismo comienza en las tolvas cerca del portón, y termina en el mismo lugar. No hay cruces, ni interferencia en todo el circuito productivo. Por otro lado, también se aprecia un gran aprovechamiento del espacio.

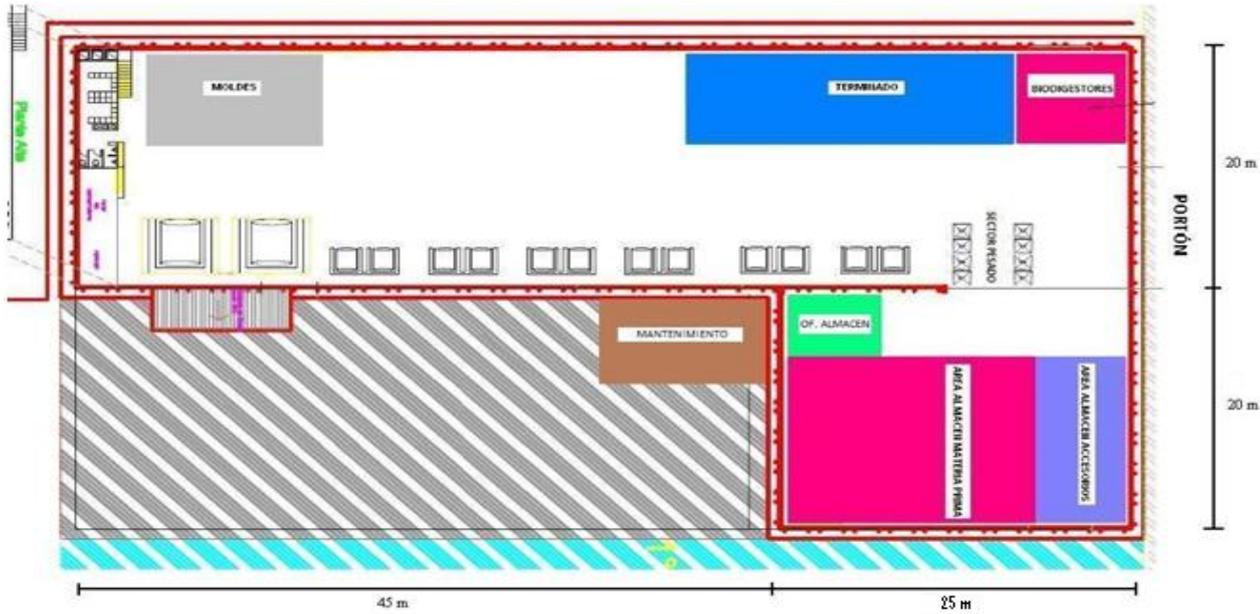


Figura 19

En el Lay-Out anterior se aprecian las máquinas grandes que son para producir los tanques para agro, y el sector de producción de los biodigestores. El análisis de estos tipos de productos escapa del análisis de este trabajo, ya que poseen una demanda constante a lo largo del tiempo y no son el negocio principal de la empresa. También se pueden ver las máquinas más pequeñas que corresponden a las máquinas de tanques domiciliarios, el sector de moldes, donde se encuentran almacenados los moldes para producir los distintos tipos de tanques domiciliarios. Por otro lado se encuentra el almacén, el sector de mantenimiento y las oficinas.

En cuanto al flujo de material, la materia prima se retira del área de almacenamiento por la derecha, es decir que debe ser sacada hacia afuera, para luego entrar por el portón principal al área de producción. Luego en la sección de pesado es separada en bolsas que se depositan a un costado, esperando a ser transportadas al pie de cada una de las máquinas.

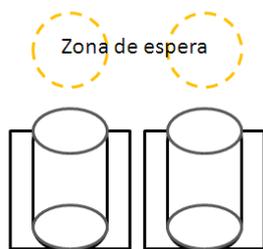
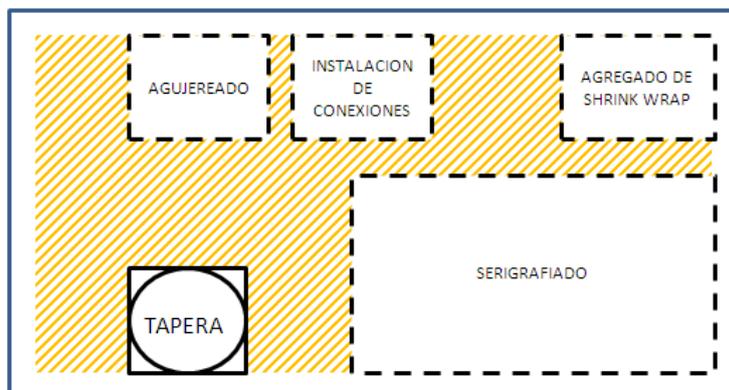


Figura 21



ZONA DE ESPERA DE LOS TANQUES

Figura 20

Una vez finalizado el tanque, estos se colocan frente de las máquinas, donde se le quitan las rebabas que se producen por el mal cierre de los moldes y esperan para ser transportados hacia el área de terminado.

Como se mencionó anteriormente, la terminación consiste en: la colocación de tapas, agujereado, la instalación de conexiones, el aspirado, el serigrafiado y el agregado del shrink wrap. Estas tareas se encuentran distribuidas como se muestra en la figura. El orden actual de las tareas implica, que dentro del sector los tanques se mueven en U hasta el agregado de shrink wrap. El proceso de serigrafiado requiere que se trabaje en lotes para que la pintura no se seque, por lo que los tanques se mueven en lotes de 18 unidades aproximadamente. Esta cifra podría disminuirse, al menos en las restantes tareas, para favorecer un Lean Manufacturing.

Finalmente estas son retiradas por el portón, para ser almacenadas en el área marcada en gris del lay-out mostrado al principio.

Teniendo esto en cuenta, se resumen los movimientos de producto semielaborado y terminado en el siguiente diagrama:

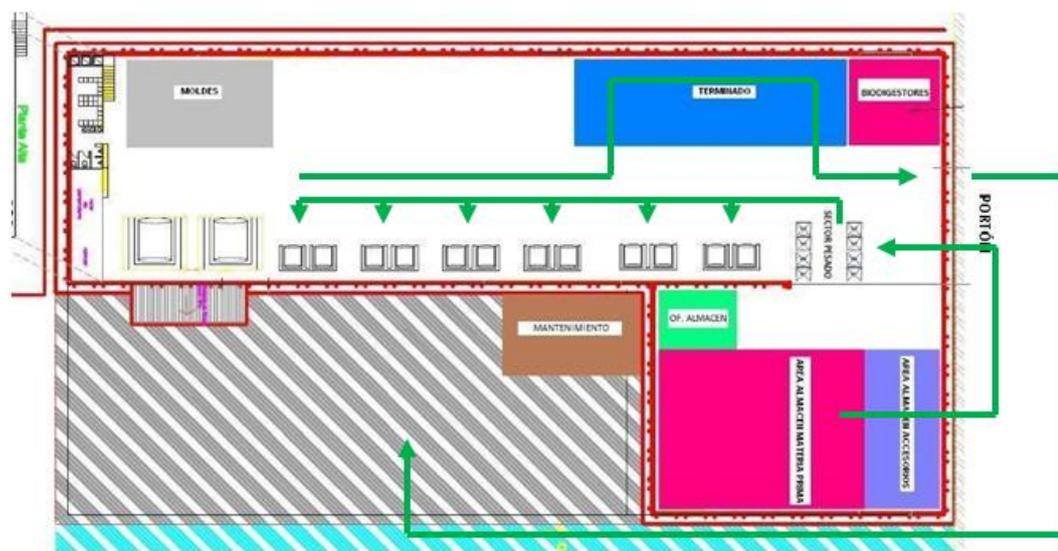


Figura 22

Como se puede observar, existe una gran cantidad de movimientos innecesarios, los cuales resultan en desperdicios de tiempo y trabajo que podrían ser ahorrados mediante una restructuración. Afortunadamente, la empresa se encuentra actualmente dispuesta a realizar las inversiones que sean necesarias para la reorganización de la fábrica de forma tal que se puedan mejorar los flujos de productos semielaborados y terminados, así como también la disminución de movimientos de cada uno de ellos. Esto resulta una ventaja, ya que cualquier análisis que se realice en el lay-out de la planta, será bien recibido por los gerentes y será un buen complemento a un tema que se encuentran analizando en este momento.

3.5 Estructura de Distribución

Abastecimiento

Para el conformado del tanque de agua la materia prima esencial es el polvo virgen de polietileno, y también se precisan otros componentes como conexiones, válvulas, flotantes, filtros y tapas. Todos estos son producidos en México por empresas del mismo grupo y adquiridos al costo. De esta manera se busca garantizar la buena calidad de los insumos. Las válvulas y conexiones son traídas desarmadas, para evitar restricciones a la importación. El lead time de los envíos es de 6 semanas y los pedidos son realizados semanalmente a través del sistema MRP del SAP.

La política de stock de la empresa establece un stock de seguridad para todos los insumos y MP de 1 semana de ventas. Además en almacén se van recibiendo semanalmente los insumos y MP para cubrir una semana de ventas, por lo que, asumiendo un consumo promedio constante, se tiene en promedio una semana y media de ventas, en insumos y MP en el almacén.

- Polietileno

Para el caso del polvo virgen de polietileno, una compañía del grupo en México compra los pellets de polietileno a Dow Chemical de Estados Unidos, lo pulveriza y lo envía a Buenos Aires. El costo de adquisición es aproximadamente de 9,92 \$/kg mientras que si se compra en el mercado local (puede suceder en algún caso extremo de problemas con algún envío) el precio se incrementa a 12 \$/kg. Sin embargo, en condiciones normales, Rotoplas se abastece exclusivamente del polietileno importado de México, y no del mercado local.

- Componentes

Las tapas, conexiones, válvulas y flotantes también se adquieren de empresas del mismo grupo ubicadas en México.

Estos componentes no pueden ser comprados a algún fabricante nacional ya que el diseño es distinto o no elaboran al componente, por lo que en ambos casos habría que desarrollar al proveedor con todos los riesgos que eso implica, además del posible aumento del costo de los componentes.

Producto de lo dicho en el punto anterior, las válvulas y los flotantes ingresan al país desarmados, se desconsolidan la carga dentro del predio de la empresa en Pilar, junto con el resto de los insumos y MP, se cargan a un camión y se envían a la empresa encargada del armado de los componentes que se encuentra ubicada en San Martín. El traslado de las válvulas y flotantes está a cargo de Rotoplas, que contrata una empresa de transporte que presta el servicio.

- Otros insumos

Los productos de menor importancia como la tinta para el serigrafiado y el shrink-wrap para envolver el tanque se compran a proveedores locales ya que no hacen a la calidad del producto y tienen poco peso dentro del costo final del mismo.

- Logística

El traslado de la materia prima y los accesorios desde México hasta Buenos Aires se realiza por barco. Luego los contenedores se mandan desde el puerto hasta planta en camiones y se desconsolidan en ella.

Los insumos menores como la tinta del serigrafiado y el shrink wrap son entregados periódicamente por los proveedores en la planta.

- Servicios Auxiliares

La electricidad se compra directamente a la red del sistema eléctrico. Por economía de costos se compra en trifásica de media tensión y se cuenta con un transformador propio en la fábrica para transformarla a baja tensión.

El abastecimiento de gas natural es a través de las empresas Energy Gas y Gas Ban (Fenosa).

Distribución

La comercialización de los productos se realiza exclusivamente a través de casas de venta de material sanitario, descartando la posibilidad de venta a particulares. Dentro de este sector se pueden distinguir dos tipos de punto de venta: los locales pequeños de material sanitario (griferías, piletas, bañeras, cañerías, etc.) y los hipermercados de la construcción (Easy, Sodimac, etc.). La diferencia entre ambos reside en los volúmenes que se manejan. Las casas como Easy o Sodimac realizan pedidos más grandes y con más frecuencia, ya que manejan volúmenes de venta mayores, mientras que los pequeños locales hacen pedidos menos frecuentemente. Por lo tanto, se espera que la mayor parte de la distribución de la empresa se concentre en los envíos a los hipermercados de la construcción.



Figura 23

La distribución está a cargo de Rotoplas, que no cuenta con camiones propios para realizar la distribución, por lo que la misma es tercerizada en empresas transportistas, para evitar los inconvenientes asociados a tener camiones propios, y tener que lidiar con el gremio en cuestión.

A la empresa distribuidora se le paga un monto fijo por viaje, al que se le suma un monto variable en función de los km a recorrer.

El camión se consolida en la fábrica, y en función de la cantidad ordenada, los tipos de tanques ordenados, y de los lugares a donde haya que transportar los tanques, se determina la ruta de distribución del camión.

4. OPORTUNIDADES DE MEJORA

4.1 Puntos a mejorar

De acuerdo al relevamiento de datos anteriores, se han observado distintos sectores en los cuales se podrían desarrollar mejoras. Es objetivo de esta sección analizar cada uno de ellos, y priorizar las propuestas según su costo e impacto.

Repasando, aquellos sectores que posibilitan análisis son:

- Almacén de materia prima
- Sector de terminación
- Lay-Out de la planta

Estos y los problemas que se encuentran en cada uno, se han resumido en la tabla a continuación con el fin de mostrar por cuál de las propuestas resulta más conveniente comenzar a trabajar:

Sector	Problema	Solución	Costo	Impacto
<i>Almacén de materia prima</i>	Insuficiencia de espacio	Redistribución de MP	Bajo	Medio
	Apilado de MP no permite FIFO	Nueva puerta de ingreso de MP + estanterías	Medio	Alto
<i>Sector de Rotomoldeo</i>	Distribución en planta ineficiente	Rediseño del Lay-Out	Medio	Medio
<i>Sector de terminación</i>	Tiempo de desocupación de los operarios	Reordenamiento de tareas	Bajo	Alto
	Excesivos movimientos del producto	Reorganización de sector	Medio	Medio

Tabla 1

Teniendo en cuenta los resultados de esta tabla y las necesidades de la empresa, se procederá a analizar los tres puntos para lograr el éxito de la fusión en cuanto a las operaciones en la fábrica.

5. ALMACÉN DE MATERIA PRIMA

5.1 Situación Actual (antes de la fusión)

Rotoplas consta de un almacén para la materia prima que mide 500m² y tiene 8m de altura, en el cual se almacenan: polvos de polietileno, válvulas, conexiones, filtros, flotantes y tapas. Estos se distribuyen en el sector de acuerdo al siguiente plano:

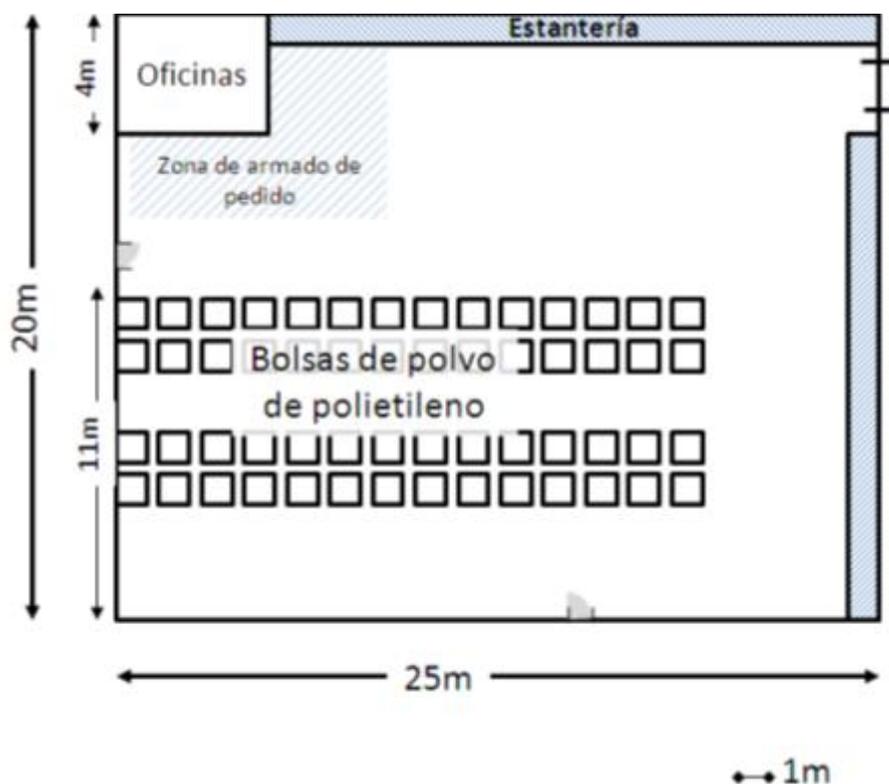


Figura 24

El polietileno en polvo, es la materia prima más importante, ya que sin él no se puede fabricar el tanque. El mismo viene en bolsas de 500kg de 1mx1mx1m. Estas se pueden apilar de hasta tres (ver figura de la derecha). En la actualidad, se encuentran en el medio del almacén como se puede apreciar en el plano anterior.

Existen ocho tipos de polvos distintos, no todos los polvos sirven para todos los tanques. Sino que cada tipo de tanque lleva una combinación de dos o tres según la cantidad de capas.



Figura 25

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

Los porcentajes de cada polvo en planta se muestran en el siguiente gráfico:

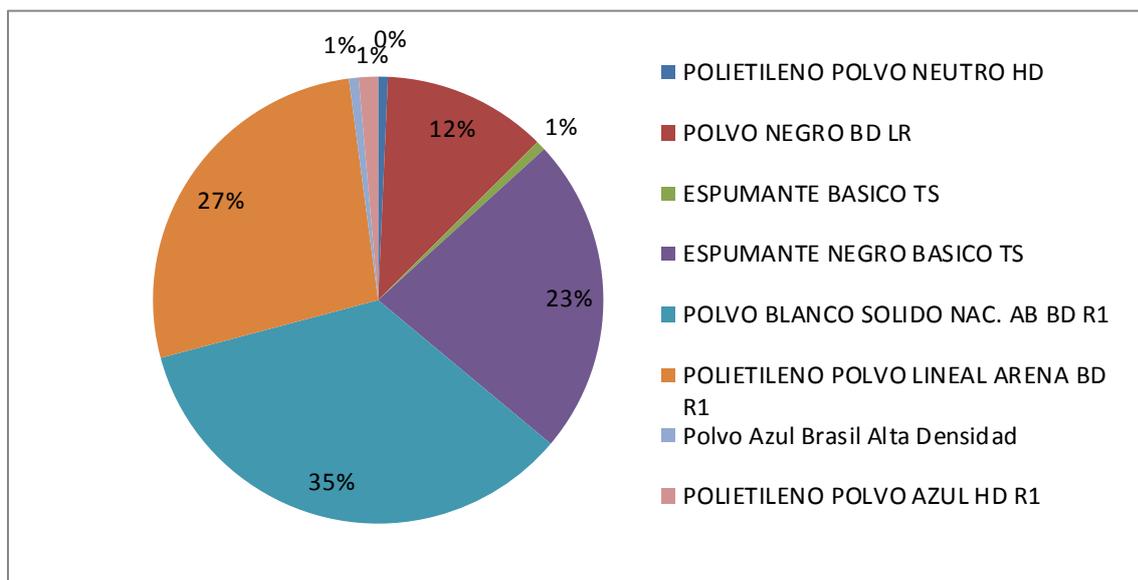


Figura 26

Los mismos salen de realizar la explosión de materiales, partiendo del mix de productos que maneja la empresa.

Las conexiones y las válvulas vienen cada una a granel en bolsas de 100 unidades de medidas similares a una bolsa de papas. Estas se ubican en estanterías de tres niveles colocadas contra las paredes. Tienen un ancho de 1m aproximadamente, lo suficiente para colocar el pallet en el que son traídas de ser necesario.

Los flotantes también vienen en bolsas de 10 unidades, aunque por su mayor tamaño ocupan más espacio. Estos también se almacenan en las estanterías.

Finalmente, las tapas vienen apiladas de a 30 unidades por pila. En cada pallet entran 4 pilas de tapas, cada pila mide aproximadamente 1,5 metros, por lo que cada pallet trae 120 tapas y tienen una altura aproximada de un metro y medio.

Es importante mencionar, que por cada tanque que se planea fabricar, debe haber en el almacén 1 tapa, 1 flotante, 1 válvula y una conexión. A los efectos de este análisis, existe un solo tipo de cada uno y es independiente del tamaño del tanque.

Cuando se prepara un pedido para un cliente, al almacén llega una orden con la cantidad de unidades vendidas y en la “zona de armado de pedido” se juntan las cantidades de accesorios correspondientes. Por ejemplo, si el pedido fuese de 20 tanques, se separaran 20 tapas, 20 flotantes y 20 válvulas para también ser enviadas en el camión.

5.2 Sistema de Gestión de Inventario

En este inciso del trabajo se va a describir la situación que se vivía antes de la fusión, produciendo y comercializando únicamente la marca Rotoplas.

De acuerdo a la política de stocks, se almacena una semana de producción como Stock de Seguridad. Los ingresos de MP son semanales y se trae una semana de producción en cada embarque, por lo que la cantidad máxima en almacén son dos semanas de producción.

Las ventas de Rotoplas están medidas en kg de materia prima que se utilizan para los tanques. A partir de allí, conociendo las cantidades de cada una que cada tanque posee y la participación en el mercado del producto, es posible calcular la cantidad de cada tipo de tanque que se producirá y, consecuentemente, para que capacidad debe estar dimensionado el almacén.

La demanda anual es de 1.800.000kg, lo que se divide entre los SKU según la siguiente participación:

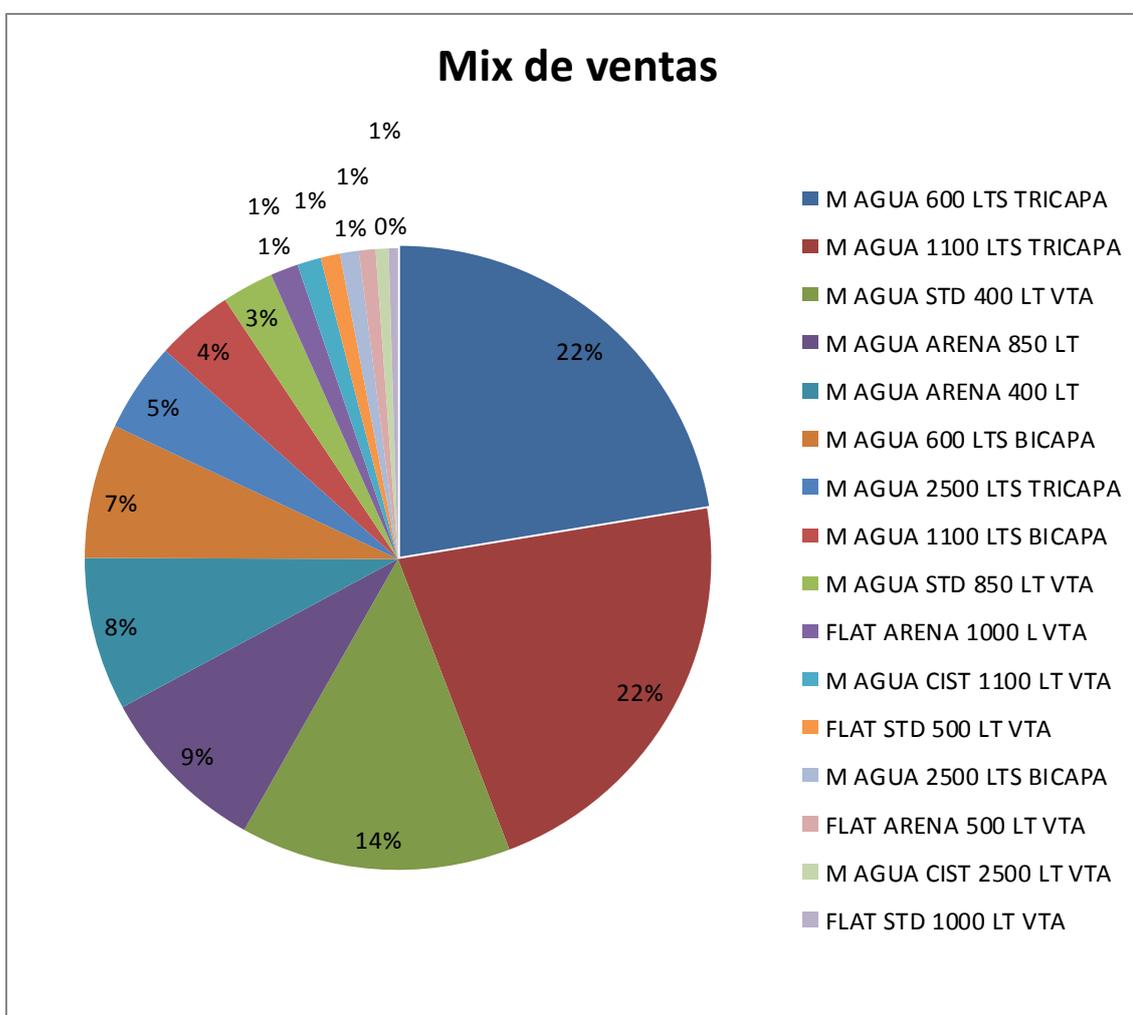


Figura 27

De acuerdo a esto, los tanques de 400, 600 y 1100 litros tricapa son los más vendidos, representando casi el 60% de las ventas.

Considerando esto, más la cantidad de materia prima que lleva cada uno de ellos con los rendimientos y mermas existentes en el proceso (Ver Anexo I), se determinaron los kg

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

que se necesitan de cada tipo de MP a través de realizar la explosión de materiales usando la Bill Of Material (BOM), obteniéndose los siguientes resultados.

KG/AÑO (CANTIDAD TOTAL)	Real	En Almacén (KG)	En Almacén (Bolsas)
POLIETILENO POLVO NEUTRO HD	7.594,55	292,10	1
POLVO NEGRO BD LR	210.252,65	8.086,64	17
ESPUMANTE BASICO TS	11.601,61	446,22	1
ESPUMANTE NEGRO BASICO TS	426.308,12	16.396,47	33
POLVO BLANCO SOLIDO NAC. AB BD R1	637.736,76	24.528,34	50
POLIETILENO POLVO LINEAL ARENA BD R1	495.711,55	19.065,83	39
Polvo Azul Brasil Alta Densidad	11.232,48	432,02	1
POLIETILENO POLVO AZUL HD R1	15.189,11	584,20	2
Total			144

Tabla 2

En el almacén se requiere lugar para almacenar 144 bolsas, de acuerdo a la siguiente distribución:

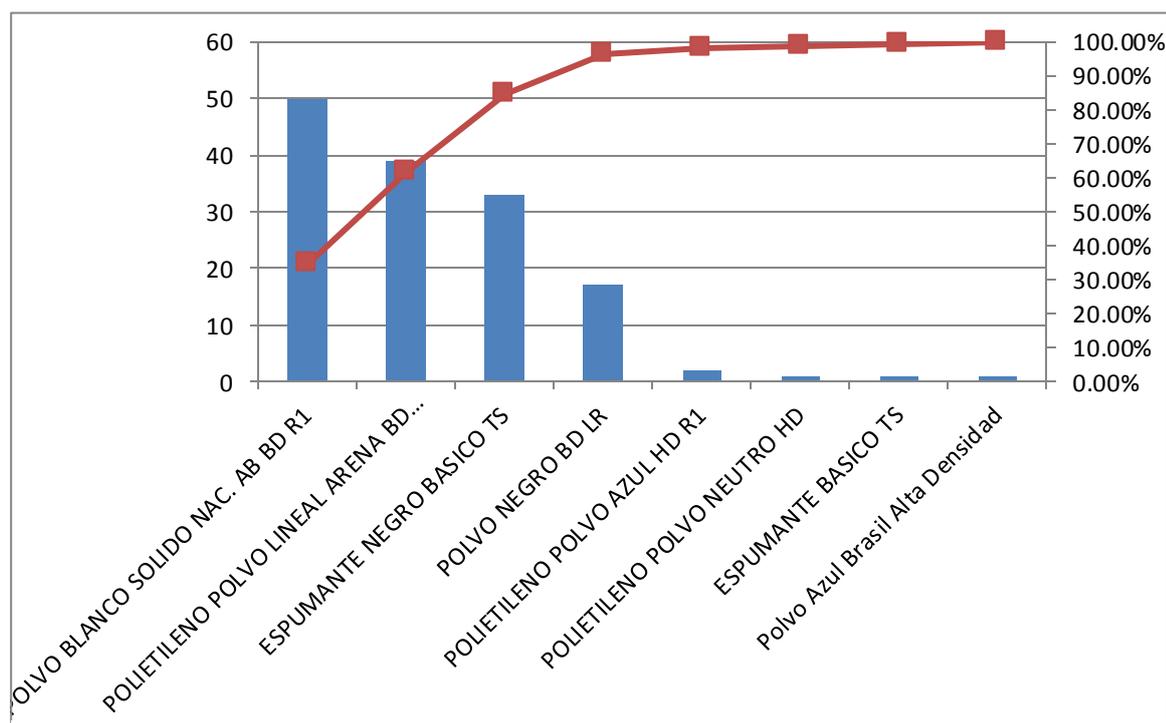


Tabla 3

El polvo blanco solido nacional representa el 34,72% de las bolsas, mientras que este junto con el polietileno lineal arena y el espumante negro básico conforman el 85% de la materia prima en polvos. Dada la siguiente distribución y el grafico mostrado, se considera que el rediseño del almacén es una buena oportunidad para implementar un sistema de orden según la curva ABC.

5.3 Problemática

Generalidades

El principal problema del esquema descrito anteriormente es que existe un desaprovechamiento del espacio. La forma en que están ubicadas las bolsas de polietileno, requiere que se dejen grandes pasillos para acceder a ellas. Hay un desaprovechamiento de la dimensión vertical. Además, no se utiliza método FIFO, ni existe un lugar predeterminado para cada tipo de polvo. Sino que al llegar materia prima, esta se ubica donde hay lugar sin criterios fijados. Esto favorece el desorden y dificulta el control del material que se encuentra almacenado.

Una vez adquirida la nueva marca, tanto las políticas de gestión de inventarios, como la demanda de tanques Rotoplas se mantuvieron constantes. La variación fue dada en el nivel de producción, ya que la adquisición de la nueva marca trajo aparejada una producción extra en la planta de Pilar de 1.200.000 kg/año. Con la fusión, el problema presentado se verá aumentado, ya que habrá mayor cantidad de materia prima, sobre todo bolsas. En consecuencia, será necesario un estudio del espacio ocupado utilizando el actual sistema de gestión de inventarios, para determinar si alcanza, o si es necesario introducir cambios.

Siguiendo con el análisis, así como se hizo para la demanda de Rotoplas y considerando que Tinacos incorpora la venta de 1.200.000kg por año, se calculó la necesidad de materia prima una vez realizada la fusión. (Los detalles del cálculo se encuentran en el *Anexo I*). A continuación se presenta una tabla a modo de resumen mostrando la cantidad de bolsas necesarias en el almacén.

KG/AÑO (CANTIDAD TOTAL)	Rotoplas	Tinacos	Total	En Almacén (KG)	En Almacén (Bolsas)
POLIETILENO POLVO NEUTRO HD	7.594,55	0,00	7.594,55	292,10	1
POLVO NEGRO BD LR	210.252,65	164.984,87	375.237,52	14.432,21	29
ESPUMANTE BASICO TS	11.601,61	32.278,37	43.879,98	1.687,69	4
ESPUMANTE NEGRO BASICO TS	426.308,12	178.987,90	605.296,02	23.280,62	47
POLVO BLANCO SOLIDO NAC. AB BD R1	637.736,76	0,00	637.736,76	24.528,34	50
POLIETILENO POLVO LINEAL ARENA BD R1	495.711,55	130.366,11	626.077,66	24.079,91	49
Polvo Azul Brasil Alta Densidad	11.232,48	0,00	11.232,48	432,02	1
POLIETILENO POLVO AZUL HD R1	15.189,11	0,00	15.189,11	584,20	2

Tabla 4

Esto suma un total de 183 bolsas, lo que representa un 27% más de necesidad de espacio para un almacén que ya se encuentra saturado.

En cuanto a los accesorios que se envían junto con los tanques, se llega a un total de ventas de 247.953 tanques/año.

En consecuencia, se requerirá tener en stock:

	Conexiones	Válvulas	Flotantes	Tapas
Cantidades en Almacén (en unidades)	9.537	9.537	9.537	9.537

Tabla 5

De acuerdo a esto, en picos de demanda, el material deberá ser dejado afuera, sin protección. Por otra parte, habrá complicaciones para moverse con autoelevadores dentro del almacén debido a escasez de espacio. Todo esto generará un mayor desorden y, por lo tanto, un menor control sobre lo que hay en stock y su gestión.

Problema de la no utilización FIFO y almacenamiento en el exterior

El inconveniente de no respetar el sistema de gestión FIFO es que la materia prima se humedece, ya que la capa superior de la bolsa está expuesta al ambiente y no se encuentra herméticamente cerrada.

Si el polvo de polietileno se encuentra húmedo, esto va a traer consecuencias negativas en el proceso de rotomoldeado, generando productos no conformes que deben ser desechados como scrap.

El hecho de que el polvo tenga un porcentaje de agua en su contenido interfiere en el momento del pesaje y separación de la MP destinada a la producción. Dado el peso del agua, se generarán raciones de MP con menor cantidad de polvo que el requerido por especificación para la producción. Esto generaría no conformidades debido a la falta de materia prima (Ver *Anexo II* para más información sobre la *Estrategia de Calidad y No Conformidades*).

Por otro lado, al tener MP húmeda se generan grumos en el polietileno fusionado en la etapa de rotomoldeo. Si estos grumos son detectados a tiempo por el operador, el mismo puede eliminarlos a través del agregado de mayor cantidad de materia prima. De no ser detectados, el tanque saldrá con grumos, por lo que va a ser desechado como scrap.

Un punto importante a remarcar es que si el tanque presenta alguno de los modos de falla de rechazo, se lo considera inmediatamente scrap y queda inutilizable. Esto se debe a la política de calidad de la empresa que no permite vender tanques que posean algún tipo de defecto. Además, los tanques considerados scrap no se pueden reciclar ya que otra política de la empresa es no utilizar materia prima proveniente de plásticos reciclados debido a sus altos requisitos de calidad.

Por estas razones, es que el tener MP húmeda, producto de no respetar el método FIFO o por tener bolsas de polietileno almacenadas en el exterior, representa un costo para la empresa a través de la generación de scrap.

Propuestas

Considerando lo expuesto anteriormente, se procede a realizar una serie de propuestas para mejorar el uso del espacio:

1. Seguir utilizando el mismo sistema, pero ampliar la superficie de almacén.
2. Usar estanterías con rodillos para favorecer el FIFO y el orden.
3. Aplicar a las distintas MP de polietileno en polvo un orden según ABC
4. Modificar las estanterías para las válvulas, conexiones, tapas y flotantes.

Si bien la primera propuesta es posible, ya que existe suficiente espacio en el predio como para ampliar la superficie del almacén. Se considera que esta solución es muy ineficiente, porque no resuelve el problema desde la raíz sino que lo pospone. En caso de haber otra expansión de la fábrica se volverá a tener el mismo inconveniente. Además, cesa de resolver los problemas de orden, la falta de método FIFO y de control de materia prima.



Figura 28

Habiendo determinado que cuatro de los ocho tipos de polvo, ocupan el mayor porcentaje de los insumos, se propone utilizar para ellos estanterías con rodillos, como se muestra en la figura.

Se planea aplicar una estantería de tres niveles, teniendo cada uno de ellos 2m de altura, lo que dará comodidad sin quitar espacio. En cuanto al largo, se considera que este podría ser de 15m. Considerando que la superficie de las bolsas es de 1mx1m, entrarán 15 bolsas en una fila.

Esto implicará que hayan por lo menos 14 bocas, separadas según:

KG/AÑO (CANTIDAD TOTAL)	En Almacén (Bolsas)	Cantidad de bocas
POLVO BLANCO SOLIDO NAC. AB BD R1	50	4
POLIETILENO POLVO LINEAL ARENA BD R1	49	4
ESPUMANTE NEGRO BASICO TS	47	4
POLVO NEGRO BD LR	29	2

Tabla 6

Dado que son tres niveles, se realizarán 5 filas de 1.5m de ancho cada una. Esto deja una boca extra, en caso de que la demanda de polvo negro aumente.

En cuanto a la distribución en el almacén, actualmente toda la MP ingresa al almacén por el portón que se presenta a la derecha del plano. Este conecta al almacén con el exterior. Para la salida de la MP hacia el área de producción también se debe salir por el mismo portón, e ingresar al área de producción por el portón contiguo a este. En otras palabras, la MP debe salir al exterior antes de llegar al área de producción para ubicarse, en el caso del polietileno, en las tolvas o a un costado para su fraccionamiento manual, y en el caso de las conexiones y tapas, en el área de terminado. Esto genera un gran

movimiento de auto elevadores que mueven las bolsas dentro del almacén y luego desde el almacén hacia el área de producción, pasando por el exterior con todas las posibles complicaciones que eso genera, sobre todo en los días de lluvia.

En base a todos estos puntos expuestos en el análisis es que se propone como posible distribución la que se presentan en el siguiente plano:

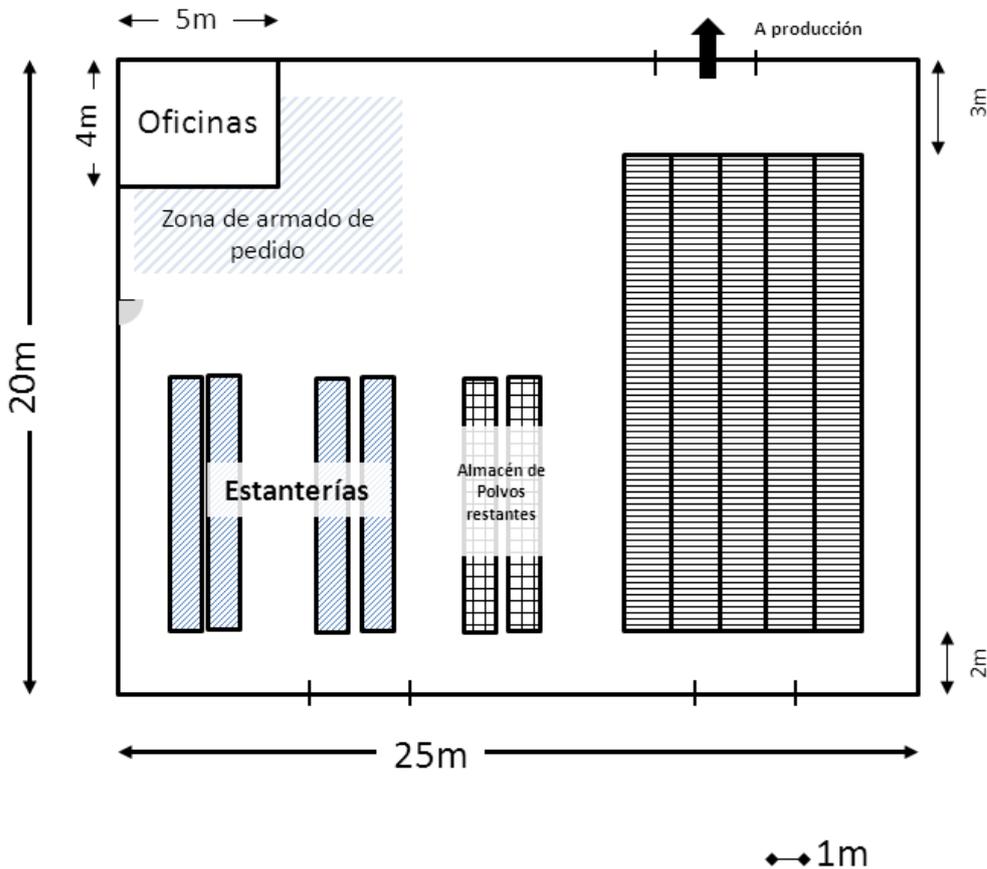


Figura 29

En la figura se pueden ver a la derecha las estanterías con rodamientos para los cuatro tipos de polietileno en polvo de mayor volumen, un área central destinada al almacenamiento de las bolsas de la MP restante, y un área a la izquierda donde se ubicarían las estanterías destinadas a almacenar las válvulas, conexiones, flotantes y tapas. Dada la nueva distribución, los pasillos son lo suficientemente anchos como para los autoelevadores se muevan con gran comodidad.

Con las estanterías se logra un mejor aprovechamiento del espacio y una mejor gestión del inventario ya que permite la aplicación del método FIFO.

Por otro lado se ve la apertura de tres nuevos portones, uno en la parte superior del plano, en la pared que conecta la zona de producción con la de almacén, y dos en la parte inferior del gráfico, en la pared que separa al almacén del exterior.

Con estos nuevos portones se logra descongestionar la zona delantera de la planta (parte derecha del plano), donde se produce la salida de los tanques terminados y donde se producía el ingreso de la MP a la zona de producción. Así se conecta de manera más directa el almacén de materia prima con el área de producción a través del portón

superior. Además, los movimientos de los autoelevadores serían menores ya que solo deben agarrar las bolsas de las estanterías o del piso (dependiendo la MP que se requiera) y ubicarla directamente en las tolvas que se encuentran directamente enfrente de ellos, sin tener que pasar por el exterior de la fábrica. De esta manera, se disminuyen movimientos, inconvenientes, congestionamiento, y accidentes.

Por el otro lado, la MP ingresaría por el otro costado del almacén (parte inferior del plano), logrando nuevamente, sacar movimientos del frente de la fábrica, y favoreciendo el movimiento lineal de los materiales, desde la pared inferior, hacia la pared superior del plano.

De esta manera, no solo se mejoraría el movimiento y flujo de los materiales, sino el mejor aprovechamiento del espacio, dando en conjunto una mejor gestión de los inventarios de materiales, respetando el FIFO y evitando tener que tener materiales almacenados en el exterior.

6. LAY-OUT DE LA PLANTA

El objetivo de este Capítulo es determinar un mejor flujo de material en la planta, de tal forma que se puedan reducir los tiempos de producción, que la manipulación de materiales sea más simple y que los stocks intermedios sean más bajos.

6.1 Situación Actual (antes de la fusión)

El Lay Out actualmente utilizado se encuentra descrito en el capítulo “Lay Out e Instalaciones”. Allí, se presenta la distribución en planta actual, que si bien no es la más eficiente, no presenta problemas en la forma de trabajo actual.

6.2 Problemática

Como se mencionó anteriormente, luego de producida la fusión va a ser necesario aumentar significativamente la productividad y eficiencia de la planta, ya que la misma va a ver presionada su capacidad al límite máximo para la cual puede operar actualmente. Antes de realizar inversiones en maquinaria y estructura es de vital importancia mejorar la eficiencia para saber con exactitud cuánto y en qué hay que invertir, para así lograr un mejor aprovechamiento de los recursos.

Para comenzar, se analizarán los principales desperdicios que hay hoy producto del ineficiente diseño de lay-out, que si bien hoy no representan una gran problemática o fuente de pérdida, la fusión los potenciará generando interferencia en la producción. Entre las ineficiencias detectadas se encuentran:

1. Los tanques de agro se producen en la parte trasera de la nave industrial. Entonces, cada vez que deben ser retirados hacia el exterior de la fábrica para su almacenamiento y posterior distribución, deben atravesar toda la fábrica. Por este motivo, es necesario mantener un pasillo libre del ancho de estos tanques. Así mismo, al ser tan grandes genera que haya que tener mayor cuidado al momento del transporte para proteger al producto y proteger al resto de las maquinarias y materiales que se están moviendo en la nave industrial al momento de sacar a estos tanques al exterior por el potencial riesgo de accidente que tiene su movimiento.

2. La carga de los camiones de distribución se realiza en la parte delantera de la fábrica (parte derecha del lay out presentado anteriormente). Lo que ocurre muchas veces es que si el camión está cargando, por ejemplo, tanques de 1100 litros y justo ese tipo de tanques es el que se está produciendo en la fábrica, estos son cargados directamente al camión sin pasar por el sector de almacenamiento. Esto genera que tanques que se habían producido con anterioridad y que se encuentran almacenados en el predio, sigan esperando para ser distribuidos. Esto perjudica el método FIFO de gestión de productos terminados que se pretende utilizar e interfiere con el control a los productos y su organización.

3. Como se mencionó anteriormente, el principal problema en la distribución de las tareas dentro de la planta, es que el producto semi-elaborado es transportado excesivamente entre operaciones antes de estar terminado. Esto se debe a que no existe una distribución por producto, es decir, que no hay una relación entre donde se realizan las distintas etapas productivas y la secuencia de trabajo. Por ende, aumentan las probabilidades de que el semi-elaborado se dañe, implica mayores stocks dentro de la cadena además de representar un tiempo improductivo dentro del ciclo de producción.

4. En el sector de terminado hay un gran movimiento tanto de operarios como de tanques para realizar la tarea, lo que genera grandes desperdicios e interferencias a la

hora de realizarlas. Esto no genera una gran problemática actualmente ya que poseen capacidad ociosa, pero cuando se produzca la fusión este sector va a ver comprometida su capacidad, lo que hace necesario un mejoramiento tanto es su productividad como en su eficiencia. Dada la importancia de este, el tema será analizado en el capítulo “Proceso de Terminado”.

Por último, es importante remarcar que para poder cubrir la mayor demanda de producción será necesaria la compra de maquinaria, que deberá ser ubicada dentro de la nave industrial generando una distribución en planta armoniosa. Bajo esta premisa es que primero se analizará la cantidad de máquinas requeridas para la nueva demanda a través de un estudio de capacidad y posterior balanceo de línea. Una vez determinado esto, se realizará un estudio de la ubicación de las mismas finalizando con el Lay Out final de la fábrica.

6.3 Cálculo de necesidad de maquinaria

Considerando que actualmente la demanda anual de tanques Rotoplas es de 1.800.000kg/año, se procedió a analizar la necesidad de maquinaria para este nivel de producción. Así, se planea obtener un modelo de gestión que permita entender las necesidades de esta luego de la fusión y cómo ubicarlas dentro de la planta.

De acuerdo al proceso productivo se requiere de ocho tipos de máquinas para las distintas etapas fabricación. En primer lugar tolvas para la separación de materia prima, luego roto-moldeadoras, y, en el área de terminado: tapera, aspiradoras, herramientas para serigrafiado, máquina que agrega el shrink-wrap, y aquellas para las conexiones termofusionadas.

Teniendo en cuenta las capacidades de las distintas máquinas, y la demanda de cada tipo de producto (Ver *Anexo III*) se pudo determinar la necesidad de maquinaria según la siguiente tabla:

Maquina	Cantidad
Shrink-Wrap (tanq)	1
Serigrafiado (tanq)	1
Aspirado (tanq)	1
Conexiones Termofusionadas (tanq)	1
Agujereado (tanq)	1
Tapera (tanq)	1
Rotomoldeo (tanq)	5
Separación MP (KG)	3

Tabla 7

De acuerdo a los valores presentados en la tabla anterior, se obtiene la necesidad de maquinaria cada operación productiva. Estos valores coinciden con las cantidades que se tiene actualmente en planta, por lo que no hay un problema en la disponibilidad de maquinaria para la producción actual.

Al incorporar la producción extra que trae aparejada Tinacos, los requerimientos de maquinaria se ven modificados de la siguiente manera:

Cantidad de MAQ TOTAL	Shrink-Wrap (tanq)	Serigrafiado (tanq)	Aspirado (tanq)	Conexiones Termofusionadas (tanq)	Agujereado (tanq)	Tapera (tanq)	Rotomoldeo (tanq)	Separación MP (KG)
MAQ Necesarias ROTOPLAS	0,257	0,360	0,225	0,183	0,183	0,150	4,298	2,151
MAQ Necesarias TINACOS	0,272	0,381	0,238	0,194	0,194	0,159	4,554	1,434
MAQ Necesarias TOTAL	0,529	0,741	0,463	0,376	0,376	0,309	8,852	3,586
MAQ Necesarias TOTAL REDONDEADO	1	1	1	1	1	1	9	4
Capacidad Real	84,88	60,63	97	119,38	119,38	145,5	46,04	611,52
Grado Aprovechamiento	53%	74%	46%	38%	38%	31%	98%	90%

Tabla 8

Analizando la tabla anterior se ve que el único sector que se ve afectado significativamente es el de rotomoldeo, casi duplicando la cantidad de máquinas rotomoldeadoras necesarias. Actualmente, la fábrica cuenta con 6 máquinas, por lo que es necesaria la incorporación de 3 máquinas más para poder cubrir la nueva demanda producto de la fusión. Afortunadamente, no es necesario comprarlas ya que pueden ser traídas de la vieja planta de Tinacos.

6.4 Propuesta Nuevo Lay-Out

Teniendo en cuenta las ineficiencias detectadas con el Lay-Out actual y la cantidad extra de maquinaria necesaria para satisfacer la nueva demanda, se proponen las siguientes modificaciones:

1. Aumentar la cantidad de maquinas rotomoldeadoras, a modo de tener un total de nueve. La ubicación de las mismas debe ser contra la pared por la necesidad de tener conexión de electricidad, agua y gas. Su suministro deberá ser asegurado a traves de los tramos de la pared superior.
2. Construir un nuevo portón en la pared que se encuentra junto a las rotomoldeadoras de tanques para agro e industrias. Su objetivo es facilitar la salida de dichos tanques a la playa de almacenamiento de producto terminado, así como también para facilitar el movimiento lineal (de derecha a izquierda) de toda la producción de la planta. Por otro lado esto genera que los tanques que se van produciendo salgan al almacén de PT por la parte de atrás del mismo, evitándose la tentación de cargar al camión de distribución con los tanques que están saliendo de producción. De esta forma se cargaran los tanques previamente almacenados, favoreciendo el método FIFO de gestión de inventario de producto terminado y permitiendo un mayor control de los mismos.
3. Cambiar el sector de biodigestores y terminado. Esto acompañando de la introducción de un nuevo portón permitirá el movimiento lineal del proceso productivo, disminuyendo las interferencias y los transportes innecesarios dentro de la planta.
4. Agregar una conexión interior entre el almacen de materia prima y el sector de produccion. Este punto que fue explicado en el capítulo “Almecén de Materia Prima”. Se incorporará en el nuevo diagrama, a modo de armonizar todo el proceso productivo.

De acuerdo a estos puntos, y mateniendo el tamaño de los pasillos y medidas necesarias para cada sector, se propone el siguiente layout:

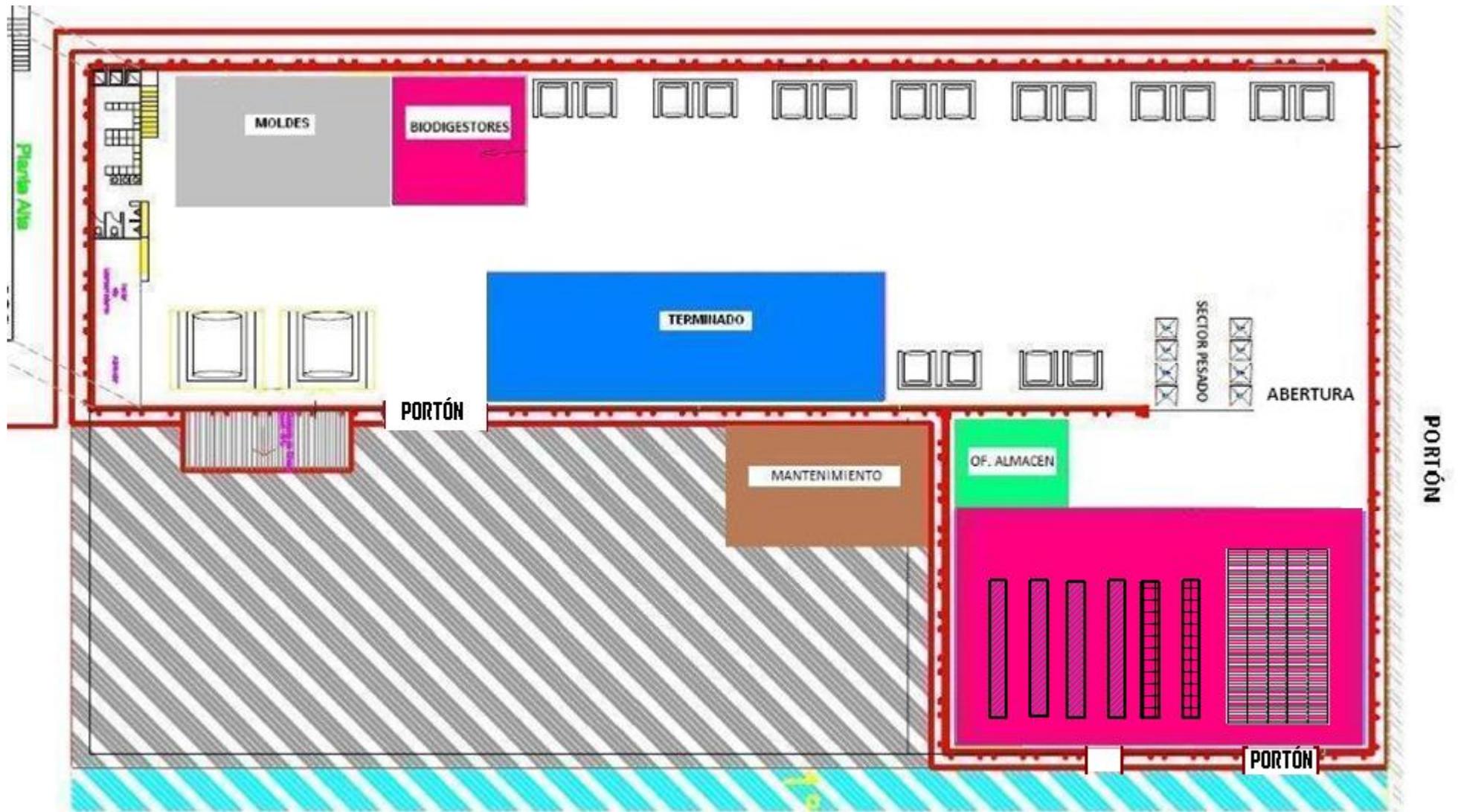


Figura 30

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

Todas estas modificaciones persiguen el objetivo de disminuir los desperdicios que traen aparejados los transportes y las interferencias que ellos generan, facilitando el desplazamiento lineal de la producción y generando los espacios necesarios para la ubicación de las nuevas maquinarias. Esto se puede observar fácilmente al considerar el flujo dentro de la planta:

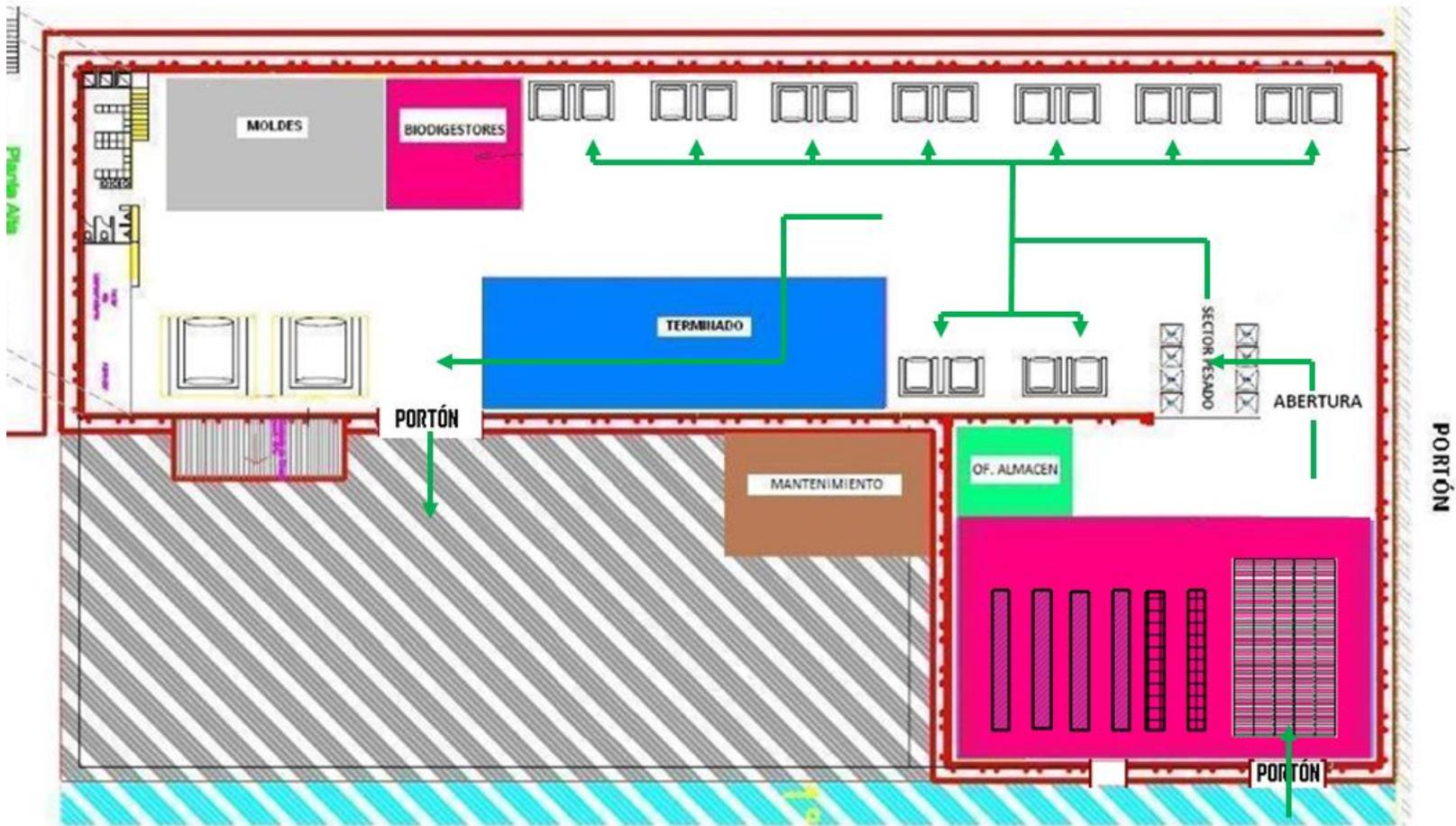


Figura 31

7. REORGANIZACIÓN DEL PROCESO DE TERMINADO

Retomando lo expuesto en secciones anteriores del documento, en el sector de terminado se encuentra una gran oportunidad de mejora. A través de una reorganización del proceso se podrá obtener una disminución del tiempo global de producción de ese sector, la cantidad de recursos humanos asignados y la cantidad de transportes actualmente presentes.

7.1 Situación actual (Antes de la fusión)

El sector de terminado se encuentra actualmente distribuido de la siguiente manera:

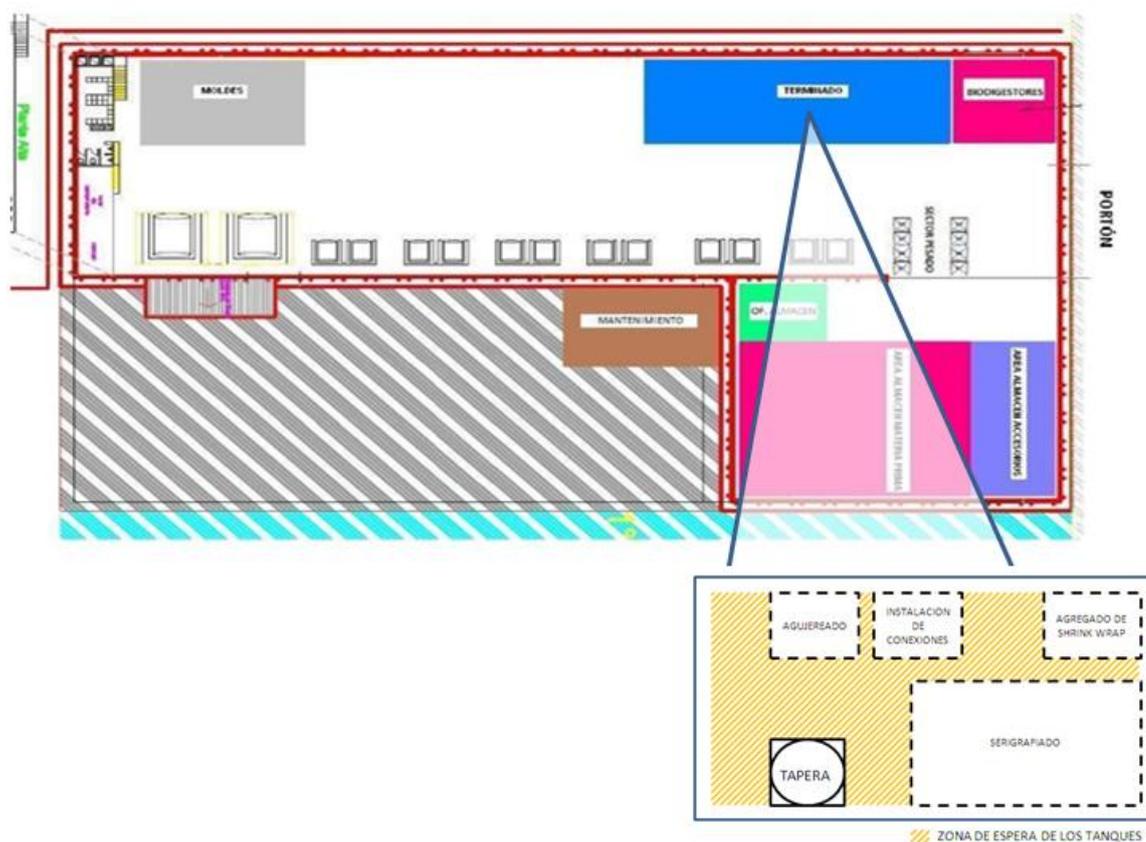


Figura 32

Los procesos de colocación de tapa, agujereado, instalación de conexiones, aspirado y shrink wrap requieren cada uno de una persona que los opere. Por el otro lado, el proceso de serigrafiado necesita del trabajo en conjunto de dos personas. Es por ello que se encuentran trabajando, actualmente, un total de cinco personas: dos para el proceso de serigrafiado y las tres restantes para los procesos restantes.

Entre cada proceso es necesario transportar al tanque de un sector al siguiente, lo que causa pérdidas de tiempo por transporte y posicionamiento de los tanques en sector de

la siguiente etapa, interferencias en el flujo del producto, posibles choques y daños del tanque y de las personas, entre otras cosas.

En serigrafiado los tanques son tratados por lotes de tamaño variable. En general el personal ahí ubicado comienza a serigrafiar cuando se encuentran acumulados como mínimo 8 tanques. Esto es así porque para esta operación se utiliza una tinta espesa que se carga en el transfer y que es preferible usarla para más de un tanque por carga, evitando de esta manera que se seque y se dañe el transfer. Lo mismo sucede en las demás operaciones, se esperan hasta tener 4 o 5 tanques antes de comenzar a realizarlas. En estos casos, a los operarios les es más conveniente trabajar de a lotes porque al haber transporte entre operaciones se disminuyen las ineficiencias si se trabaja en un grupo de productos y luego se los transporta todos al mismo tiempo.

Ya en el análisis de Lay-Out se había analizado la cantidad de máquina u operarios que eran necesarios en cada operación, ahora tomando la misma tabla y haciendo énfasis en el grado de ocupación de cada uno de ellos se obtiene:

	Shrink- Wrap (tanq)	Serigrafiado (tanq)	Aspirado (tanq)	Conexiones Termofusionadas (tanq)	Agujereado (tanq)	Taper a (tanq)
MAQ Necesarias	0,257	0,360	0,225	0,183	0,183	0,150
MAQ Necesarias	1	1	1	1	1	1
Capacidad Real	84,88	60,63	97	119,38	119,38	145,5
Grado Aprovechamiento¹	26%	36%	22%	18%	18%	15%

Tabla 9

En la tabla se puede observar que en ningún caso se supera el 40% del grado de aprovechamiento, por lo que hay una gran ineficiencia en el uso y aprovechamiento del recurso humano destinado a este sector.

El Grado de Aprovechamiento hace referencia al % de la capacidad real de la máquina/operario utilizada para cumplir con el nivel de producción pedido. Sería como una medida del % del tiempo total del operario, que el mismo está ocupado en esa operación. Si el valor es de 30% de Grado de Aprovechamiento, esto se podría interpretar como que de las 8hs del turno, el operario estaría destinando 2,4hs a esa operación.

El tiempo sobrante que tienen los operarios ubicados en este sector lo utilizan para transportar los tanques entre los distintos sectores del terminado o para ayudar en las operaciones de rotomoldeado.

Para profundizar el análisis sobre el sector a continuación se presenta el Cursograma Analítico del proceso actual para las primeras tres operaciones:

¹ Los grados de aprovechamiento mostrados en las tablas anteriores hacen referencia a la operación concreta del proceso, sin tener en cuenta los transportes involucrados entre operaciones.

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

Descripción	Distancia (m)	●	➔	◐	◑	▼	Observaciones
Introducir tanque en la tapera, empujando el anterior:		●					Manual
Colocar tapa sobre el tanque		●					Manual
Presionar botón de arranque de tapera y dejar funcionar:		●					
Sacar el Tanque de la tapera		●					
Transportar el tanque al sector de agujereado:	1	●	➔				
Esperar hasta que haya 4 tanques acumulados en el sector de agujereado:		●					
Voltear los 4 tanques 90°		●					Tapa de tanque debe quedar frente a operario
Acercar los cuatro tanques a posición:	0.1	●	➔				
Realizar agujero en cuello superior de los cuatro tanques:		●					
Insertar tapon en el agujero superior de los cuatro tanques:		●					
Girar los cuatro tanque 180°		●					Fondo de tanque debe quedar frente al operario
Realizar agujero cerca de la base de los cuatro tanques:		●					Agujereadora cuelga de techo
Para los cuatro tanques:		●					
Transportar los cuatro tanque al sector de colocación de conexiones:	0.3	●	➔				
Poner a calentar conexiones en hornalla:		●					Dejar calentar hasta momento de agregar conexión
Voltear los cuatro tanque 90°		●					Fondo del tanque debe quedar frente a operario
Insertar conexión que estaba calentandose:		●					
Parar nuevamente los cuatro tanque:		●					
Transportar los cuatro tanques al sector de serigrafado:	0.5	●	➔				
TOTAL	1.9	14	4	1	0	0	

Figura 33

De esta forma se confirman dos tipos de ineficiencias: una gran cantidad de transporte y demoras innecesarias para la acumulación de tanques que forman el lote. La primera ocupa un gran porcentaje del tiempo de los operarios además de generar interferencias en la operación.

7.2 Incorporando Tinacos

Una vez incorporada la producción de Tinacos a la planta de Pilar, el volumen de producción va a ser mayor, y la holgura anterior del proceso de terminado se va a ver restringida, por lo que es importante analizar el impacto de la nueva producción en el grado de aprovechamiento y cómo esto va a repercutir en el desempeño de este sector.

El nuevo grado de aprovechamiento pasaría a ser el siguiente:

Tabla 10

Cantidad de MAQ TOTAL	CANTIDAD DE MAQ							
	Shrink-Wrap (tanq)	Serigrafado (tanq)	Aspirado (tanq)	Conexiones Termofusionadas (tanq)	Agujereado (tanq)	Tapera (tanq)	Rotomoldeo (tanq)	Separación MP (KG)
MAQ Necesarias ROTOPLAS	0,257	0,360	0,225	0,183	0,183	0,150	4,298	2,151
MAQ Necesarias TINACOS	0,272	0,381	0,238	0,194	0,194	0,159	4,554	1,434
MAQ Necesarias TOTAL	0,529	0,741	0,463	0,376	0,376	0,309	8,852	3,586
MAQ Necesarias TOTAL REDONDEADO	1	1	1	1	1	1	9	4
Capacidad Real	84,88	60,63	97	119,38	119,38	145,5	46,04	611,52
Grado Aprovechamiento	53%	74%	46%	38%	38%	31%	98%	90%

El nuevo proceso comienza al acercarse el tanque desde la zona de espera hasta el sector de *Instalación de conexiones y agujereado*, donde se colocará el tanque en posición horizontal sobre un soporte que permite girarlo. Así podrá primero realizar el trabajo en la parte inferior del tanque, y luego en la parte superior rotándolo sobre el piso. Al pararse frente al tanque, el operario tendrá a su izquierda la hornalla donde se calientan las conexiones que luego se unen por termofusión además de la agujereadora para el orificio superior del tanque. Colgando del techo se podrán alcanzar la agujereadora para el orificio inferior y la máquina que permite calentar esta sección para luego pegar las conexiones que estaban siendo calentadas en la hornalla.

Al finalizar, podrá pararlo nuevamente sin que este haya sufrido ralladuras por estar siendo girado en el suelo, y empujarlo hacia la tapera. Una vez en régimen, cuando se quiera ingresar un tanque a la tapera, habrá otro con la tapa ya colocada dentro de la máquina, por lo que se propone empujar a este último hacia afuera con el tanque al que recién se le han realizado las conexiones. Los tanques no corren peligro de rotura al realizar este proceso, y de temer que el que está siendo sacado se caiga, se puede colocar un soporte que ayude a sostenerlo en posición horizontal.

Acorde a esto, cuando el operario se pare frente a la célula de trabajo verá lo siguiente:

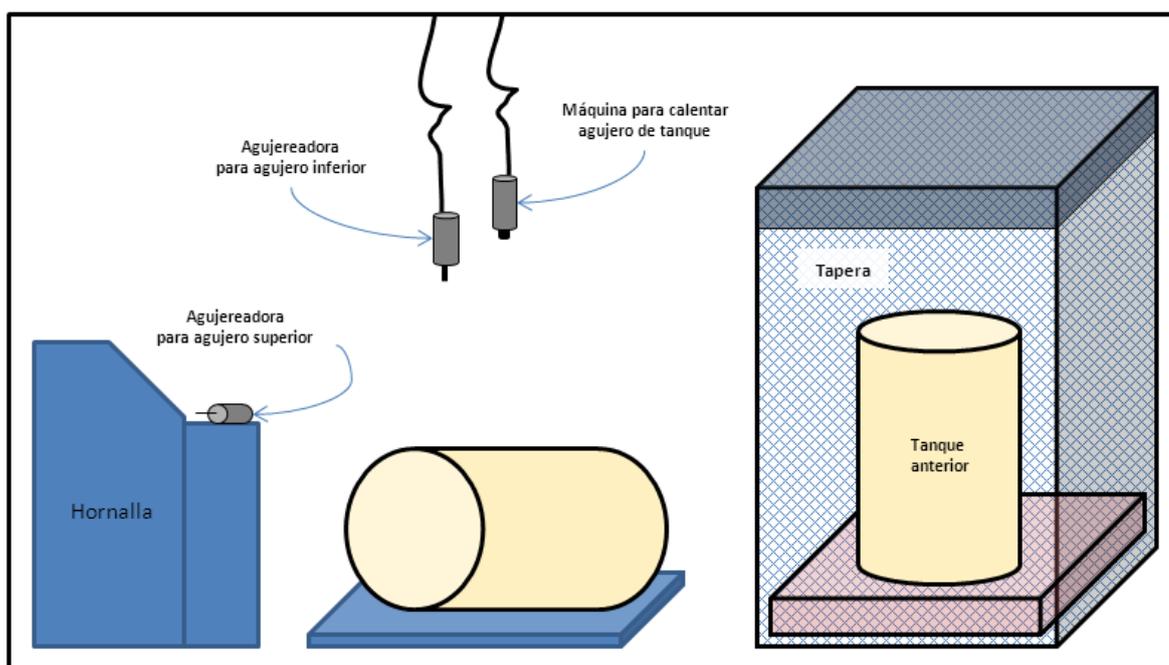


Figura 35

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

En cuanto al flujo de material en el sector, este cambiará de la siguiente manera:

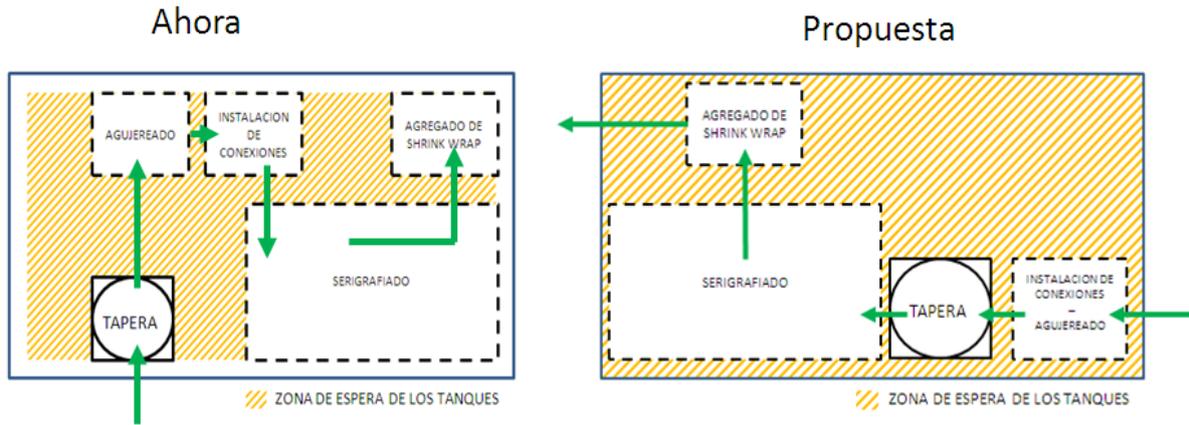


Figura 36

Considerando todo lo anterior, el Cursograma analítico con la mejora será:

Descripción	Distancia (m)	●	➔	◐	■	▼	Observaciones
Voltear el tanque 90°		●	➔				Tapa de tanque debe quedar frente a operario
Acercar tanque a soporte	0.3	●	➔				Soporte en zona de agregado de conexiones
Poner a calentar conexión en hornalla		●					Dejar calentar hasta momento de agregar conexión
Realizar agujero en cuello superior		●					
Insertar tapon en el agujero superior		●					
Girar el tanque 180°		●					Fondo de tanque debe quedar frente al operario
Realizar agujero cerca de la base		●					Agujereadora cuelga de techo
Calentar el agujero realizado en la parte inferior del tanque		●					Calentador cuelga de techo
Insertar conexión que estaba calentandose		●					
Parar nuevamente el tanque		●					
Transporte de tanque a tapera	0.3	●	➔				Manual
Introducir tanque en la tapera, empujando el anterior		●					Manual
Colocar tapa sobre el tanque		●					Manual
Presionar botón de arranque de tapera y dejar funcionar		●					
TOTAL		0.6	12	2	0	0	

Figura 37

Se puede observar una eliminación de las demoras, ya que no hay más producción por lote sino que la producción es en línea y continua. Otra ventaja es que se reducirán los transportes en más de un 50%, primero por el hecho de que se realizan varias tareas mientras el tanque se encuentra en un mismo lugar, y segundo porque el proceso no está diagramado en "S" sino que está en forma más lineal.

Mejora del grado de aprovechamiento

Al observar los grados de aprovechamiento actuales de las tres operaciones involucradas se ve que la suma de los mismos supera el 100%, por lo que en principio no sería factible que estas operaciones las realice una única persona. Sin embargo, este valor no tiene en cuenta que durante el proceso de colocación de tapas la persona únicamente está ocupada cuando debe cargar o descargar a la máquina. Durante el tiempo de operación, la misma se encuentra a la espera de la finalización del proceso.

Con los cambios introducidos, este tiempo destinado a la operación de colocación de tapas pasa a ser casi nulo para el operador, ya que ahora no esperará a que termine sino que mientras la tapera está funcionando, podrá comenzar a trabajar en el próximo tanque. De esta forma los grados de aprovechamiento a sumar son los de las

operaciones de agujereado y colocación de conexiones obteniéndose un valor total de 76%, por lo que es posible que la realice una única persona. Esto implica que el operario estará aproximadamente 4hs y media trabajando en la célula. El restante tiempo disponible lo destinará a los transportes dentro de la célula y la puesta en funcionamiento de la tapera.

Al implementar la mejora, las tres personas que antes se utilizaban en las operaciones de colocación de conexiones, agujereado y tapera, ahora podrán ser reducidas a una por turno. Asimismo, esto permitirá trasladar a una de ellas al sector de Shrink Wrap, serigrafiado y aspirado que estará más solicitado de personal luego de la fusión.

8. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

8.1 Lay-Out

La mejora en el Lay-Out se basa principalmente en un ahorro de movimientos y, consecuentemente, un ahorro monetario. Dado que la empresa se encuentra en un proceso de fusión (lo que implica que se agregarán máquinas y que el volumen que será transportado será mayor), no se pueden comparar directamente la situación actual y la propuesta. Es por ello que se considerarán dos escenarios:

1) Sin la mejora: tiene en cuenta como se dispondrían las máquinas luego de la fusión si no se implementa la propuesta. Teniendo, entonces, la siguiente distribución:

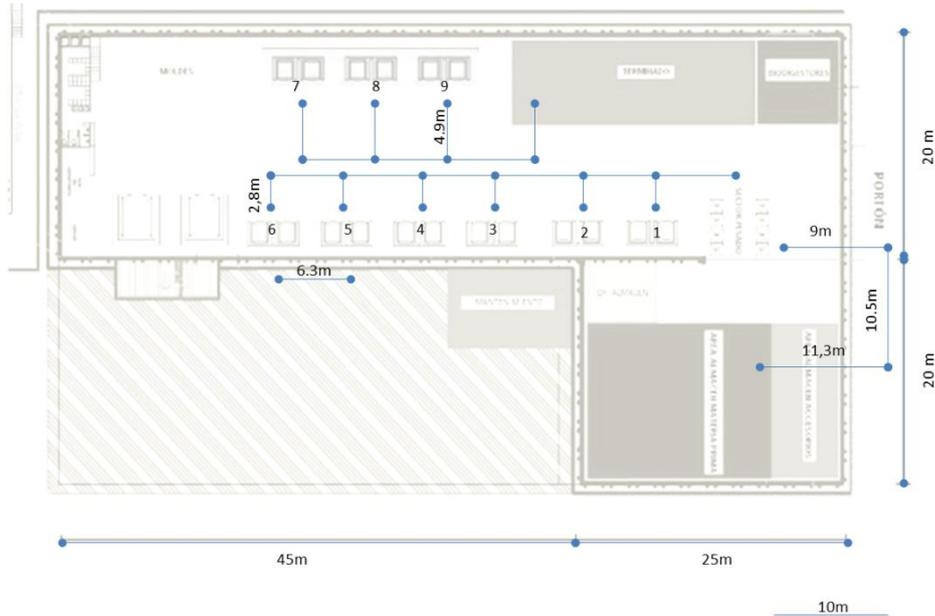


Figura 38

2) Con la mejora: considera la propuesta desarrollada en el capítulo de Lay-Out.

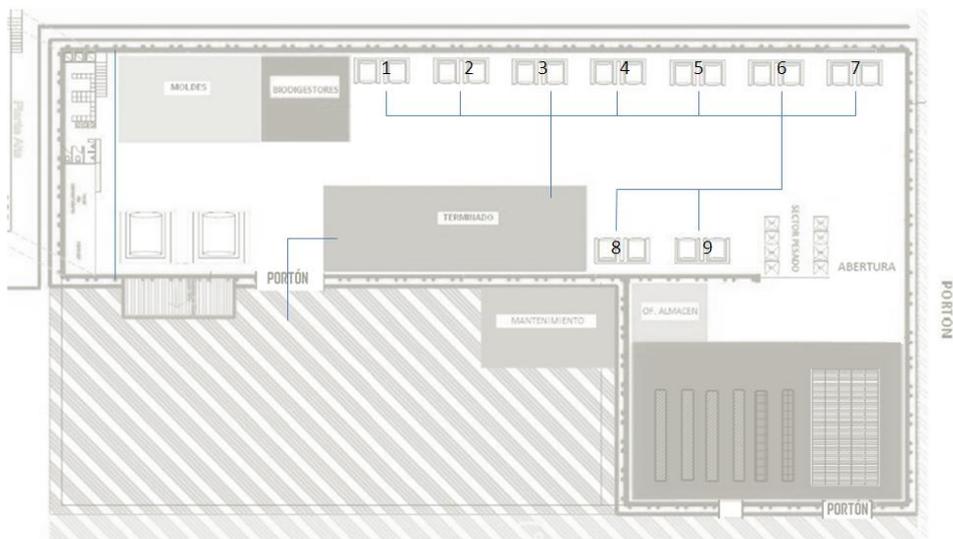


Figura 39

Costos sin propuesta

Como se mencionó anteriormente, la materia prima es separada en las tolvas, donde se dosifica y luego se realiza el transporte de la misma hasta las máquinas utilizando una zorra. Esta carga se realiza una vez al principio de cada turno. Dado que en un recorrido, un operario puede transportar 120kg (un pallet) de materia prima, y se requieren 480kg de materia prima por máquina². El operario realizará este primer tramo cuatro veces. En promedio realizar una “ida”, implicará que el operario recorrerá 28,92 m. No obstante, este valor no es exacto ya que existen máquinas que están más alejadas que otras. Considerando esto y para un mejor entendimiento, se nombró a las máquinas según números y se calculó la distancia que hay entre cada una de ellas y el sector de tolvas, obteniéndose las siguientes medias:

Máquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Distancia (m)	9,1	15,4	21,7	28	34,3	40,6	43,6	37,3	30,3

Tabla 11

Entonces, el operario recorrerá un total de 1040m por turno para llevar material y la misma distancia para volver al sector de tolvas. Considerando que la velocidad normal de este es de 3 km/hr al llevar la MP a la máquina, y de 3,5 km/hr al volver, ocupará un total de 40 minutos realizando estas recorridas por turno.

Una vez que la materia prima ha sido procesada, los tanques deben ser transportados al área de terminado, por lo que el personal, según la máquina en la que se encuentre, recorrerá las siguientes distancias:

Máquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Distancia (m)	21,5	9,7	8,7	14	20,3	26,6	20	15,6	6,3

Tabla 12

Dado que se espera una tasa de producción de 20 ciclos por turno, lo que representan 40 tanques por máquina en un turno, los operarios recorrerán un total de 5.708m solo para llevar los tanques hasta la zona de terminado, y luego deberán volver a la máquina a buscar el siguiente tanque. Considerando la dificultad que representa el trasladar el tanque, se calcula una velocidad de 3 km/hr para alcanzarlos hasta la zona de terminado, y luego una velocidad de 3,5 km/hr para volver a la máquina. Esto suma un total de 3,5 horas por turno.

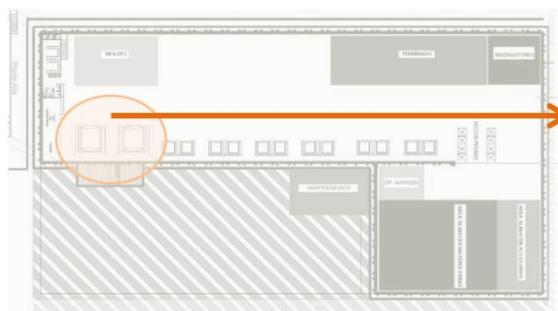


Figura 40

Además de la producción normal, se deben tener en cuenta el recorrido que se realiza para transportar los tanques industriales. Estos no han sido tenidos en cuenta en los análisis previos, ya que no representan un gran porcentaje de la demanda. Sin

²Este valor resulta de considerar una demanda anual de tres millones de kg de producto terminado que deben ser producidos en tres turnos y a lo largo del año.

embargo, por su tamaño y su ubicación respecto del portón principal (ver figura de la derecha) requieren de un autoelevador para transportarlos a través de toda la planta, lo que resulta en un costo adicional considerable. Cabe destacar que estos tanques no pasan por el sector de terminado, sino que estas tareas se realizan en el mismo sector de rotomoldeado y luego son transportados hasta el portón.



Figura 42

Se deben recorrer 60 m para llevarlos de un extremo al otro de la fábrica y luego el clarkista debe volver con el autoelevador para buscar el siguiente. Entonces, en total recorrerá 120m por cada tanque que se produzca. Si se considera que se producen 40 tanques/mes únicamente durante el turno de día y que el autoelevador debe funcionar a una velocidad de 5km/hr dado que se encuentra dentro de la fábrica, se necesita una hora al mes para esta tarea.

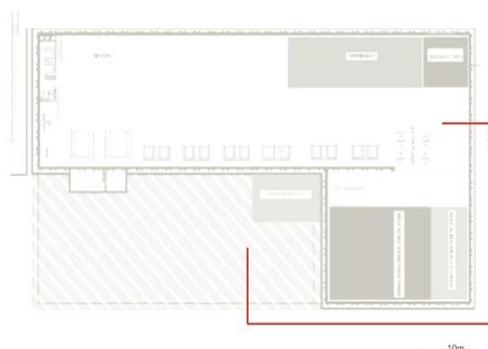


Figura 41

Finalmente, los tanques terminados son transportados manualmente hasta el portón principal de la fábrica, donde son cargados a un autoelevador con acoplado como se muestra en la figura.

Un operario dedica 2,5 horas de su turno en trasladar todos los tanques al portón y otra media hora en cargarlos al carrito.

En cuanto al autoelevador, este puede cargar en su carrito 20 tanques por viaje, lo que da un total de 18 viajes por turno. Cada uno de ellos es de 80 metros hasta el almacén de PT, y luego la misma distancia para volver. Su velocidad promedio es de 10 km/hr, por lo que el clarkista dedica 30 minutos para estos viajes, y luego otros 30 minutos para la descarga. El resto del tiempo la persona se encuentra ordenando los tanques en la playa de almacenamiento o ayudando en la carga de los camiones de despacho.

Costos con la mejora

Considerando las mejoras propuestas los valores de distancias a recorrer se verán modificados de la siguiente manera.

Rotomoldeadora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Totales (m)
Distancia Tolvas-Rotomoldeadora (m)	3,44	30,72	25,01	19,29	13,58	7,87	13,58	18,50	11,39	143,38
Distancia Rotomoldeadora-Terminado (m)	20,69	13,46	9,26	14,98	20,69	26,60	32,12	9,26	16,37	163,44

Tabla 13

El operario realizará el primer recorrido cuatro veces de ida y otras cuatro de vuelta. Teniendo en cuenta las mismas velocidades de transporte que en el caso anterior, la persona dedicará 20 minutos a este transporte. Esto equivale a la mitad del tiempo que se necesitaría si no se introdujeran los cambios, ya que las distancias también se reducen en un 50%.

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

En el segundo recorrido, la distancia total se recorre 40 veces debido a la capacidad de producción de las rotomoldeadoras. Nuevamente, se consideran las mismas velocidades que para el caso anterior, obteniendo de esta manera un total de 4 horas dedicadas a este tipo de transporte.

En cuanto al transporte desde el sector de terminado hasta el portón de salida, en este caso se debe considerar que ambos han sido reubicados. Ahora los tanques deberán recorrer una distancia de 9 metros, lo que representa un total de 2 horas. Finalmente, para los tanques industriales ahora la distancia a recorrer es de unos pocos metros, sumando pocos minutos de transporte mensuales por lo que es un ahorro neto del costo que se tenía anteriormente.

Luego se procederá a cargar el carrito del autoelevador para transportar los tanques hasta su ubicación de almacenamiento. Por lo que los tiempos de carga y descarga seguirán siendo igual a los del caso anterior. Sin embargo, ahora no habrá que transportarlos desde el portón hasta el sector de almacenaje, siendo este el principal ahorro económico. En otras palabras, se considerará una hora dedicadas a carga y descarga del autoelevador.

Diferencia de costos entre casos

El tiempo total que los operarios se dedican a transportar materia prima, producto semielaborado o producto terminado, representa una improductividad, ya que consume tiempo que el operario podría estar dedicando a hacer tareas que agregan valor al producto terminado. Es por ello, que esta se medirá en el análisis económico como un gasto en términos del sueldo del operario.

En Rotoplas, un operario promedio recibe un sueldo mensual de \$10.000 (incluye cargas sociales) por trabajar 8hs diarias, los clarkista, en cambio, tienen un salario de \$11.000 mensuales. Además, se debe considerar que el uso del autoelevador implica un gasto extra mensual de \$5.000 que también deberá ser tenido en cuenta. Este valor tiene en cuenta que el autoelevador está trabajando los tres turnos en el mes, e incluye los gastos de mantenimiento, combustible, entre otros.

Los costos y ahorros al adoptar la mejora se resumen en la tabla a continuación:

Transporte		Sin Cambios	Con Cambios	Diferencia
Tolvas - Rotomoldeadoras	Tiempo (hr/turno)	0,67	0,33	-
	% de tiempo	8,33%	4,17%	-
	Salario Día (\$/mes)	10.000,00	10.000,00	-
	Cantidad de Turnos Día	2	2	-
	Salario Noche (\$/mes)	12.500	12.500	-
	Cantidad de Turnos Noche	1	1	-
	Costo Total (\$/mes)	2.708,33	1.354,17	1.354,17
Rotomoldeadoras - Terminado	Tiempo (hr/turno)	3,50	4,00	-
	% de tiempo	43,75%	50,00%	-
	Salario Día (\$/mes)	10.000,00	10.000,00	-
	Cantidad de Turnos Día	2	2	-
	Salario Noche (\$/mes)	12.500	12.500	-
	Cantidad de Turnos Noche	1	1	-
	Costo Total (\$/mes)	14.218,75	16.250,00	-2.031,25

Transporte		Sin Cambios	Con Cambios	Diferencia
Terminado - Portón	Tiempo (hr/turno)	2,50	2,00	-
	% de tiempo	31%	25%	-
	Salario Día (\$/mes)	10.000,00	10.000,00	-
	Cantidad de Turnos Día	2	2	-
	Salario Noche (\$/mes)	12.500	12.500	-
	Cantidad de Turnos Noche	1	1	-
	Costo Total (\$/mes)	10.156,25	8.125,00	2.031,25
Tanques Industriales	Tiempo (hr/mes)	1	0	-
	% de tiempo	0,63%	0,00%	-
	Salario Día (\$/mes)	11000	0	-
	Cantidad de Turnos Día	1	0	-
	Salario Noche (\$/mes)	13750	0	-
	Cantidad de Turnos Noche	-	0	-
	Gasto Autoelevador (\$/mes)	5000	0	-
	Costo Total (\$/mes)	100,00	0,00	100,00
Portón - Almacén PT	Tiempo (hr/mes)	0,5	0	-
	% de tiempo	6,25%	0,00%	-
	Salario Día (\$/mes)	11000	0	-
	Cantidad de Turnos Día	2	0	-
	Salario Noche (\$/mes)	13750	0	-
	Cantidad de Turnos Noche	1	0	-
	Gasto Autoelevador (\$/mes)	5000	0	-
	Costo Total (\$/mes)	3.171,88	0,00	3.171,88

Ahorro Transporte (\$/mes)	\$ 4.626,04
-----------------------------------	--------------------

Tabla 14

Finalmente, el nuevo diseño permitirá un mejor flujo de los materiales dentro de la fábrica, lo que se traducirá en menor tráfico e interferencias. Al consultar con los datos provenientes de fábrica y un posterior análisis, se estima que se puede llegar a un 5% de ahorro de tiempo de cada operario. En total son tres los operarios que se encargan de estos transportes y un clarquista quienes se encargan de mover los tanques de mayor magnitud.

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

De acuerdo a esto, el ahorro será:

Interferencias dentro de la fábrica	% de tiempo ahorrado en Interferencia	2%
	Cantidad de Turnos Día	2
	Cantidad de Turnos Noche	1
	Operarios involucrados en transportes	3
	Salario Día (\$/mes)	10.000,00
	Salario Noche (\$/mes)	12.500
	Clarkistas involucrados en transportes	1
	Salario Día (\$/mes)	11000
	Salario Noche (\$/mes)	13750

Ahorro Interferencias (\$/mes)	\$	2.665,00
---------------------------------------	-----------	-----------------

Tabla 15

Inversiones

El rediseño del Lay-out implica principalmente un re-ordenamiento de la maquinaria, es decir, ubicar a cada sector en un nuevo lugar. Esto implica que donde no haya instalaciones de electricidad, luz y gas, se deberán hacer las obras necesarias. Debido a que tanto el sector de terminado como las rotomoldeadoras requieren los mismos tipos de servicios, sólo deberán hacerse las modificaciones necesarias para dos nuevas máquinas que pasarán a ocupar un sector donde antes no se operaba (ver figura de la derecha). Esto representa una inversión de \$3.000.

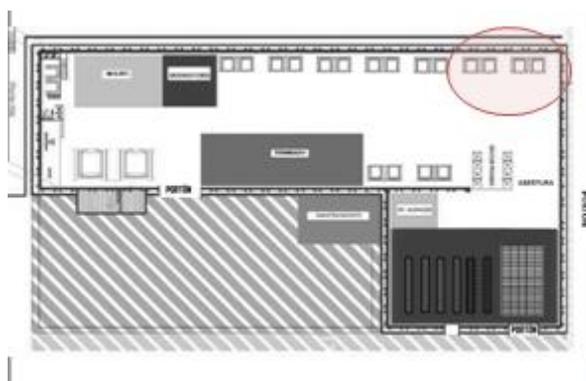


Figura 43

Para los movimientos de maquinaria, se utilizarán los días sábados a modo de no afectar la producción. Se pagará a cuatro operarios para que hagan esta reorganización. Las rotomoldeadoras y el sector de terminado, incluyen todas las máquinas livianas que pueden ser fácilmente trasladadas a mano sin siquiera utilizar un autoelevador. Esto sumará \$3.000 a la inversión que se requiere.

Finalmente, se habló de la apertura de un portón para mejorar la salida de material terminado, lo que se presupone en \$50.000, y se deberá señalar el piso y las paredes de acuerdo a la ubicación de los nuevos sectores, agregando otros \$3.000 a la inversión. (Ver detalles de cálculos en *Anexo IV*).

Flujo de Fondos: Lay-Out

Al comparar las diferencias entre la situación que se tendría sin incluir la propuesta y la que si la considera, se obtiene el siguiente flujo de fondos:

<i>Meses</i>		Hoy	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Inversiones	Movimiento de Máquinas	(3.000,00)									
	Apertura de la pared	(50.000,00)									
	Señalización del Piso	(3.000,00)									
	Instalaciones para máquinas	(3.000,00)									
Ahorro Mensual	Δ movimientos		4.626,04	4.626,04	4.626,04	4.626,04	4.626,04	4.626,04	4.626,04	4.626,04	4.626,04
	Interferencias		2.665,00	2.665,00	2.665,00	2.665,00	2.665,00	2.665,00	2.665,00	2.665,00	2.665,00
FF		(59.000,00)	7.291,04	7.291,04	7.291,04	7.291,04	7.291,04	7.291,04	7.291,04	7.291,04	7.291,04
Acumulado		(59.000,00)	(51.708,96)	(44.417,92)	(37.126,88)	(29.835,83)	(22.544,79)	(15.253,75)	(7.962,71)	(671,67)	6.619,37

Tabla 16

De acuerdo al flujo mostrado, se tiene un periodo de repago de nueve meses, lo que significa que antes de que pase un año se habrá recuperado toda la inversión realizada. Además, se debe tener en cuenta la organización y factores no tan tangibles que trae aparejada la propuesta de mejora, por lo que se considera un resultado altamente favorable y se recomienda nuevamente la implementación de la misma.

8.2 Proceso de Terminado

Al realizarse la fusión y tener que aumentar la producción correspondiente a la nueva demanda, el sector de terminado va a requerir la incorporación de mayor cantidad de personal para poder cubrir la producción requerida además de un incremento en los transportes dentro del sector, según lo establecido en el punto “Reorganización del Proceso de Terminado”.

A través de la reorganización del proceso global se logrará una eliminación de las demoras, ya que no habrá más producción por lote sino que será en línea y en forma continua. Además, se reducirán los transportes del sector en más de un 50%, primero por el hecho de que se realizan varias tareas mientras el tanque se encuentra en un mismo lugar, y segundo porque el proceso no está diagramado en “S” sino que está en forma más lineal. De esta manera, se lograría una menor interferencia de transporte dentro del sector. Todos estos puntos mencionados traen aparejados un ahorro económico para la empresa y su operatoria.

Por otro lado, a través de la implementación de la reorganización se logrará disminuir el plantel de operarios necesarios en dos personas.

Según lo observado y analizado en el punto “Reorganización del Proceso de Terminado”, hay cuatro inversiones involucradas en el proceso de cambio:

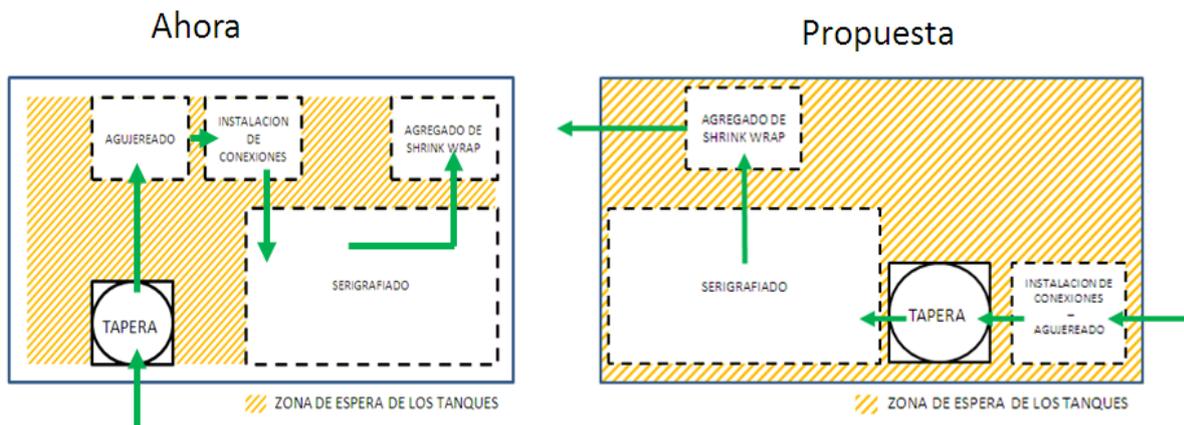


Figura 44

1. Desplazamiento de la tapera.
2. Traslado de las herramientas del sector de agujereado y de conexiones al mismo lugar.
3. Desplazamiento de la máquina de ShrinkWrap.
4. Capacitación de los tres operadores (uno por turno) en la nueva forma de operar en el sector agujereado/conexiones/tapera.

Esto sumaría una inversión total de \$1.200 (Ver *Anexo IV* para detalles de inversión) y un ahorro de \$65.000 mensuales que se deben al sueldo de los operarios ahorrados en el proceso según la siguiente tabla:

Terminado	
Catidad menor de operarios por turno	2
Salario Día (\$/mes)	10000
Cantidad de Turnos Día	2
Salario Noche (\$/mes)	12500
Cantidad de Turnos Noche	1
Ahorro Total (\$/mes)	\$ 65.000,00

Tabla 17

Flujo de Fondos: Proceso Terminado

Se obtendrá, entonces, el siguiente flujo de fondos:

<i>Meses</i>		Hoy	1	2	3
Inversiones	Rearmar sector de Agujereado/ Conexiones	(750,00)			
	Capacitación en nueva metodología	(450,00)			
Ahorro Mensual	Menor personal		65.000,00	65.000,00	65.000,00
FF		(1.200,00)	65.000,00	65.000,00	65.000,00
Acumulado		(1.200,00)	63.800,00	128.800,00	193.800,00

Tabla 18

En este caso, la mejora es evidente y de gran beneficio para la empresa, ya que con poco tiempo e inversión, se puede ahorrar el sueldo de un total de seis operarios, lo que representa más de cincuenta veces la inversión realizada. Además se hará un mejor uso del tiempo del personal, al eliminar tiempo ocioso y se podrá poner en condiciones un sector que se verá más exigido con la incorporación de la nueva empresa.

Almacén

Diferencias de Costos entre casos

Al igual que en las propuestas anteriores, la reorganización del almacén trae aparejados dos ventajas: ahorro de movimientos y orden en el ambiente de trabajo. El primero se traduce en un ahorro de tiempos de trabajo de los operarios, en este caso del clarquista, ya que los pallets son retirados por autoelevadores y transportados al sector de producción.

En promedio en el Almacén hay dos semanas de stock, por lo que en un mes se mueve el doble de la cantidad de bolsas, sumando un total de 366 bolsas mensuales. De no implementarse una mejora, el autoelevador debería recorrer un promedio de 35m entre el sector de almacenaje y el de producción para transportar cada bolsa. En cambio, al adoptar la propuesta, solo debería recorrer 20m para las bolsas que se encuentran apiladas y 5m para las que se encuentran en estanterías (que representan el 96% del total). Considerando la velocidad promedio el autoelevador y las distancias a recorrer, se ocupan los siguientes tiempos:

MATERIA PRIMA	Consumo de Bolsas Mensual	Sin Propuesta			Con Propuesta		
		Distancia a recorrer (m)	Total de Distancia de Autoelevador (m)	Tiempo (hs) requerido	Distancia a recorrer (m)	Total de Distancia de Autoelevador (m)	Tiempo (hs) requerido
POLVO BLANCO SOLIDO NAC. AB BD R1	100	35.00	7,000.00	0.70	5.00	49.00	0.00490
POLIETILENO POLVO LINEAL ARENA BD R1	98	35.00	6,860.00	0.69	5.00	48.02	0.00480
ESPUMANTE NEGRO BASICO TS	94	35.00	6,580.00	0.66	5.00	46.06	0.00461
POLVO NEGRO BD LR	58	35.00	4,060.00	0.41	5.00	28.42	0.00284
ESPUMANTE BASICO TS	8	35.00	560.00	0.06	20.00	3.92	0.00039
POLIETILENO POLVO AZUL HD R1	4	35.00	280.00	0.03	20.00	1.96	0.00020
POLIETILENO POLVO NEUTRO HD	2	35.00	140.00	0.01	20.00	0.98	0.00010
Polvo Azul Brasil Alta Densidad	2	35.00	140.00	0.01	20.00	0.98	0.00010
		Total	25,620.00	2.56	Total	179.34	0.02

Tabla 19

Como se puede observar, el ahorro en transportes es de más del 98% al considerar la propuesta. En vez de necesitar más de dos horas y media mensual para realizar este transporte, ahora sólo se necesitarán algunos minutos. Por otra parte, se tendrán menores pérdidas de tiempo por la localización del tipo de materia prima necesario, aproximadamente un 2% de su tiempo y una menor cantidad de roturas o pérdidas de stock.

Los ahorros económicos se resumen en la tabla:

MOVIMIENTOS			
		Sin Cambios	Con Cambios
Movimientos del Autoelevador	Tiempo (hr/mes)	2,56	0,02
	% de tiempo	1,60%	0,0125%
	Salario Día (\$/mes)	11000	11000
	Cantidad de Turnos Día	2	2
	Salario Noche (\$/mes)	13750	13750
	Cantidad de Turnos Noche	1	1
	Gasto Autoelevador (\$/mes)	5000	5000
Tiempo de búsqueda de MP	% de tiempo	2%	0%
	Salario Día (\$/mes)	11000	0
	Cantidad de Turnos Día	2	0
	Salario Noche (\$/mes)	13750	0
	Cantidad de Turnos Noche	1	0
Costo Total (\$/mes)		715,00	-
		Ahorro Total (\$/mes)	\$ 715,00

Tabla 20

Al facilitar el manipuleo de las bolsas de polietileno desde la zona de almacenamiento hasta las tolvas y sector de pesado, esto se va a ver reflejado en una disminución de las mermas generadas en el sector de tolvas (0,05%) en un 10%. Por lo que del total de mermas producidas en ese sector, se ahorraría un 0,005% de las mismas. La MP cuesta un promedio de 15 \$/kg. La misma es adquirida a otra empresa del mismo grupo, ubicada en México.

El ahorro debido al manipuleo se ve reflejado en la siguiente tabla:

Total KG/mes manipulados	193.520
\$/Kg	25
Total (\$)	4.838.008
Ahorro en manipuleo	0,005%
Ahorro Total	\$ 241,90

Tabla 21

Por último, aparece el ahorro debido al aseguramiento de la utilización del método FIFO y al mejor aprovechamiento de espacio que permite no tener MP en el exterior. Ambos permiten evitar el deterioro del polietileno, es decir, evitan que el mismo se humedezca.

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

Como se había enunciado en el capítulo donde se analizan las problemáticas del almacén, la utilización de polietileno húmedo genera ciertos modos de fallas en el proceso de rotomoldeado.

Las no conformidades que potencialmente genera la MP húmeda son:

- Falta de materia prima: el pesado es el incorrecto debido a que la MP viene húmeda.
- No cubre A/N: la falta de polietileno genera este efecto.
- Transparencias: la falta de polietileno genera este efecto.
- Grumos: se debe a que la MP viene húmeda.

Si bien el modo de falla “falta materia prima”, genera los modos de falla “no cubre a/n” y “transparencias”, cuando estos modos de fallas ocurren por falta de materia prima al modo de falla se lo denomina “falta de materia prima”.

Determinando el porcentaje del total de scrap que es causado por MP húmeda o deteriorada, se va a obtener una medida del ahorro que generaría la propuesta de cambio para la empresa.

El porcentaje de scrap del sector de terminado es un 0,8% del total de su producción. De los registros de producción (Ver Anexo V) se obtuvieron la totalidad de los rechazos y la causa de dichos rechazos que se resumen en la siguiente tabla:

Motivo de rechazo	No cubre A/N	Deformado	Pegado al molde	Falta de materia prima	Contaminado	Quebrado	Grumos	Queimado	Transparencias	Otros
Kg	6330	3455	1516	934	390	358	342	300	294	212
% Acumulado	44,8	69,2	80,0	86,6	89,3	91,9	94,3	96,4	98,5	100

Tabla 22

La misma puede ser interpretada en el siguiente gráfico:

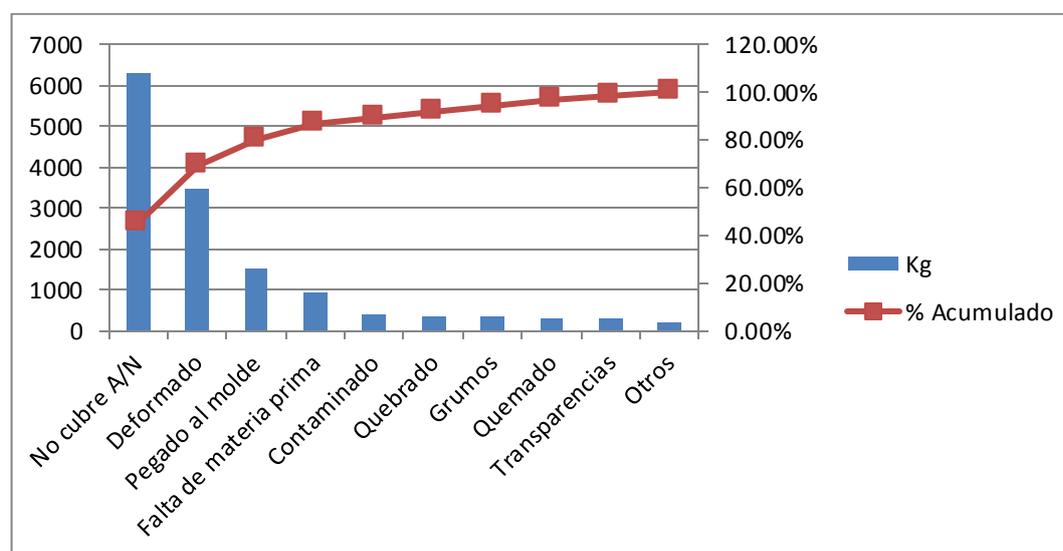


Figura 45

Analizado los resultados se ve que las No Conformidades (Ver *Anexo II*) No Cubre A/N, Deformado y Pegado al molde representan el 80% del total de los motivos de rechazo.

En particular, se determinó que el 90% de las veces que se rechaza un tanque por “Falta de MP” y “Grumos”, es debido a que el polvo de polietileno está húmedo. Además, el 5% de las veces que aparece la no conformidad “No cubre A/N” y “Transparencias” se debe al mismo motivo.

De esta manera, se obtiene la participación de la MP húmeda en el scrap total del sector.

Motivo de rechazo	% debido a MP húmeda	Kg Rechazados por MP húmeda	% respecto al Scrap Total
No cubre A/N	5%	317	2,24%
Falta de materia prima	90%	841	5,95%
Grumos	90%	308	2,18%
Transparencias	5%	15	0,11%
Total		1481	10,48%

Tabla 23

Como se puede observar en la tabla anterior, el polietileno húmedo fue responsable del 10,48% de los rechazos del año 2012.

De no implementar las modificaciones propuesta, este porcentaje aumentaría tras la fusión debido a los aumentos en cantidad de materia prima y una mayor dificultad de mantener el orden. El método FIFO se dejaría de aplicar completamente y habría un porcentaje de MP que si o si debiera ser almacenado en el exterior producto de no tener espacio disponible. Consecuentemente, a modo conservador, en el análisis económico se considerará un ahorro del 10% del scrap total debido a la implementación de las modificaciones.

Considerando que de lo producido en el sector de rotomoleado, un 0,8% es scrap (Ver *Anexo V* para cálculos) y de este porcentaje, un 10% puede adjudicarse a los efectos de la humedad, se suma un total de 1.414kg/mes de scrap para la producción de Rotoplas y 889kg/mes para la producción de Tinacos.

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

Teniendo en cuenta que el precio de venta para la empresa es en promedio de 70 \$/kg para los tanques Rotoplas, y de 50 \$/Kg para los tanques de Tinacos, el ahorro generado por la propuesta en lo que compete al scrap es el siguiente:

SCRAP	
TOTAL TINACOS (Kg/mes)	888,5
Precio de Venta (\$/Kg)	50
TOTAL TINACOS (\$/mes)	44.425,0
% de Scrap debido a Humedad	10,0%
Ahorro TINACOS	4.442,5
TOTAL ROTOPLAS (Kg/mes)	1.413,5
Precio de Venta (\$/Kg)	70
TOTAL ROTOPLAS (\$/mes)	98.945,0
% de Scrap debido a Humedad	10,0%
Ahorro ROTOPLAS	9.894,5
Ahorro Total (\$/mes)	\$ 14.337,00

Tabla 24

Inversiones

La reorganización del almacén es las que requiera de mayor inversión de las tres propuestas realizadas, principalmente porque requiere de la compra de estanterías que se calculan en un valor de \$40.000 y se debe colocar un portón que permita el ingreso de materia prima a él. La compra de este portón y su colocación tiene un costo total de \$40.000.

En la propuesta, también se habló de comunicar a los sectores de Almacén y Producción en forma directa, por lo que habría que calcular el costo de esta obra. Sin embargo, la planta ya cuenta con una apertura en la pared que separa ambos sectores. Esta se encuentra actualmente cubierta por un alambrado que puede ser fácilmente retirado, por lo que el costo es despreciable.

Flujo de Fondos: Almacén

De acuerdo a lo expuesto, se obtiene el siguiente flujo de fondos:

<i>Meses</i>		Hoy	1	2	3	4	5	6
Inversiones	Reorganización del almacén	(4.650,00)						
	Estanterías	(40.000,00)						
	Apertura de Pared	(40.000,00)						
Ahorro mensual	Δ movimientos		715,00	715,00	715,00	715,00	715,00	715,00
	Ahorro en desperdicios en manipuleo		241,90	241,90	241,90	241,90	241,90	241,90
	Scrap		14.337,00	14.337,00	14.337,00	14.337,00	14.337,00	14.337,00
FF		(84.650,00)	15.293,90	15.293,90	15.293,90	15.293,90	15.293,90	15.293,90
Acumulado		(84.650,00)	(69.356,10)	(54.062,20)	(38.768,30)	(23.474,40)	(8.180,50)	7.113,40

Tabla 25

El periodo de recupero es de seis meses, presentando una considerable ganancia al quinto mes y duplicándose la inversión realizada antes del año, lo que hace aún más recomendable la propuesta de modificación del almacén.

8.3 Implementación de las tres propuestas

Dado que todas las propuestas están conectadas unas con las otras de alguna forma y que las ventajas de una se enfatizan con las de las otras, se realizó un análisis sobre cuál sería el retorno de la inversión si se aplicaran todas ellas.

Todas ellas representarían una inversión de unos \$144.850 y un ingreso mensual de \$87.584,94, por lo que la inversión se recuperaría en el segundo mes luego de haber sido incorporada.

Meses	Hoy	1	2
Inversiones	(144.850,00)		
Ahorro Mensual		87.584,94	87.584,94
FF	(144.850,00)	87,584.94	87,584.94
Acumulado	(144.850,00)	(57,265.06)	30,319.88

Tabla 26

Si se consideran los ahorros en un año, los resultados son aún más prometedores ya que se consigue disminuir los gastos en casi un millón de pesos:

		Ahorro Anual	Participación
Lay Out	Δ movimientos	\$55,512.50	5.28%
	Interferencias	\$31,980.00	3.04%
	Total	\$87,492.50	8.32%
Terminado	Menor personal	\$780.000,00	80,00%
	Total	\$ 780.000,00	80,00%
Almacén	Δ movimientos	\$8.580,00	0,88%
	Ahorro en desperdicios en manipuleo	\$2.902,81	0,30%
	Scrap	\$172.044,00	17,65%
	Total	\$183.526,81	18,82%
Ahorro Anual Total		\$1,051,019.31	

Tabla 27

De esta forma, por todas las razones expuestas anteriormente y observando ahora el corto lapso en el que se recupera la inversión y el gran ahorro anual, se vuelve a recomendar la incorporación de las propuestas:

1. Rediseño del Lay-Out mejorando el flujo de material
2. Modificación del sector de almacenaje
3. Reorganización del Proceso de Terminado

9. CONCLUSIONES

La incorporación de Tinacos a Rotoplas aumentará significativamente el ritmo de producción y la necesidad de MP, por lo que será necesario mejorar la productividad y eficiencia de la planta, así como también la gestión de inventarios. Una forma de aumentar la capacidad sería comprar suficiente maquinaria como para poder cumplir con la demanda. Sin embargo, esto sería sólo una solución a corto plazo, ya que no eliminaría el problema desde su raíz. Lo mismo sucede con los inventarios, donde la solución a la falta de espacio sería ampliar la superficie del almacén. Es por ello que se optó por propuestas que mejoren los métodos de trabajo actuales y requieran poca inversión.

La reorganización del almacén permite mejorar el flujo de materia prima, disminuyendo los movimientos y las ineficiencias. Esto se hace a través de la inversión en una estantería con rodillos que permite el almacenamiento de la misma favoreciendo el método FIFO, evitando que el material se humedezca y que por lo tanto se generen productos semielaborados defectuosos que deben ser descartados. Este será el ahorro cuantitativo más significativo que tendrá la mejora, sin mencionar la organización y la comodidad de desplazarse dentro del almacén, que traerán grandes ventajas difíciles de cuantificar numéricamente. Sin embargo, dado que a pesar de no ser consideradas, el flujo de fondos da un periodo de repago menor a un año, se considera que la propuesta será por demás beneficiosa.

En segundo lugar se desarrolló una reorganización de lay-out que tenía como puntos principales una reubicación del sector de terminado y de algunas rotomoldeadoras. Este disminuye problemas del transporte de los tanques agro, ya que la distancia a recorrer es menor, y por lo tanto hay menos probabilidades de ruptura, de interrupción de transporte de otros tanques o de que alguien se lastime. Además, nuevamente se favorece el método FIFO al evitar que los tanques que salen de producción sean cargados directamente a los camiones antes que aquellos que esperan en los almacenes. La inversión requerida es de un total de \$59.000, donde el mayor monto es la apertura del portón que permite una conexión directa entre el sector de producción y el almacén de producto terminado. Por otra parte, los ahorros de movimiento y de interferencias hacen que esta inversión se recupere a los nueve meses.

Finalmente, queda una última propuesta, que es quizás la más recomendable de todas, ya que con poca inversión (principalmente en capacitación) se pueden ahorrar dos personas en el sector de terminado, que podrán estar trabajando en otro sector. De hecho el ahorro es tal que al mes de implementada la nueva secuencia de trabajo, ya se habrá recuperado la inversión y se estará obteniendo una considerable ganancia.

Otra de las ventajas de las propuestas, es que pueden ser aplicadas independientemente una de otra. Si bien entre ellas potenciaran sus efectos, el hecho de mejorar hoy el sector de terminado, no implica que también se deba mejorar el Lay-Out por lo que podrá posponerse su implementación. Sin embargo, cabe destacar que todas las propuestas traerán beneficios en menos de un año, incluso se verán cualitativamente en la forma de trabajo inmediatamente después de su implementación por lo que se recomienda hacer uso de ellas.

10. FUTUROS ANÁLISIS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA

En esta sección se va a proceder a dejar planteados otros puntos de mejora detectados a lo largo del desarrollo del trabajo.

Dichas oportunidades se van a dejar planteadas con un grado mínimo de análisis, con el objetivo de que posteriormente personal de la empresa las pueda tomar como puntos de partida para seguir en el proceso de mejora continua de las operaciones de la planta.

10.1 Implementación de 5S y Kan-Ban

En el transcurso del texto, se mencionó varias veces que el de *rotomoldeo* es un sector crítico ya que allí se encuentra el cuello de botella, por lo cual cualquier mejora que se produzca aquí, se traducirá en menores tiempos de producción y, en consecuencia, el impacto será alto.

La primera acción que se debe tomar al respecto es sobre el mal estado de los moldes. Allí la mejor opción es realizarles un mantenimiento, cosa que resulta más eficiente que la compra de nuevos equipos. Esta propuesta se está implementando actualmente en la empresa a modo de poder cumplir con el ritmo de producción que requiere la incorporación de Tinacos.

Por otra parte, existen dos tipos de desperdicios en el tiempo: por limpieza del sector y por la ausencia de material. Las soluciones propuestas son la implementación de 5S y de un sistema KANBAN.

En las tres propuestas desarrolladas se habla de desperdicios, eliminación de tiempos muertos y de transportes innecesarios. Las 5s es una metodología de origen Japonés que permite generar mejoras en la empresa principalmente a través de la eliminación de tiempos muertos y la reducción de costos innecesarios. Se la denomina así debido a las palabras: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke que significan Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina respectivamente. Estos son los objetivos que se recomienda implementar a la empresa.

Se debe comenzar haciendo un inventario de materiales, separando aquello que sea obsoleto y sólo esté ocupando espacio. Esto permitirá tener más lugar para el material que si es necesario y un mejor acceso a él, ya que no se verá escondido entre obsoletos. Esto también implica que haya un orden: que haya “*un lugar para cada cosa y una cosa en cada lugar*”, lo que evitará que se pierdan elementos y se disminuirán los tiempos, ya que el operario no deberá estar buscando la herramienta que necesitan sino que irá directamente por ella.

En el tema de limpieza, se hará un hincapié en el sector de rotomoldeado. Una vez que el operario saca el tanque de la rotomoldeadora, debe quitarle las rebabas que se generan por los cierres del molde. Estos restos, por lo general, permanecen en el piso o deben ser limpiados por el operario. Muchas veces, un operador limpia el sector en vez de volver a cargar con material la máquina. Esto es un grave error ya que se está perdiendo tiempo en un área que debería estar trabajando el 100% del tiempo. Entonces, se recomienda explicarle esta situación al operario e instruirlo para que haga las limpiezas durante el tiempo en que la rotomoldeadora está operando. Además se podría implementar un sistema para que las mermas queden en un único sector y no esparcidas por el suelo.

A continuación se podrá tratar el tema de la estandarización que tiene que ver con el establecimiento de normas y su instrucción a operarios, además de favorecer la gestión visual, tema que se tratará más adelante.

El último punto de la metodología es la mejora continua que establece un control del funcionamiento del sistema e identifica oportunidades para perfeccionarse. Esta etapa permitirá a Rotoplas mantenerse actualizado y siempre listo para prosperar como empresa.

En cuanto al sistema KANBAN, ésta es una herramienta de gestión visual de las que se habló anteriormente. La propuesta consiste en colocar una cinta que indique con colores si la cantidad de bolsas que se tienen en un momento dado es suficiente para la producción del turno. En esta se pueden colocar, además, cuantas horas más se pueden seguir trabajando a ritmo normal con la materia prima que se tiene. En caso de restar más horas de trabajo que las bolsas de pellets que se tienen o de llegar a la zona roja, se puede activar una alarma que indique al proveedor de materia prima que debe traer más a la maquina cuya alarma está encendida. Este sistema es de fácil implementación y no requiere de gran inversión, pero reducirá tiempos muertos por falta de materia prima. Además, proveerá una ayuda visual al encargado de transportar la materia prima para priorizar el orden en que las maquinas deben ser abastecidas.

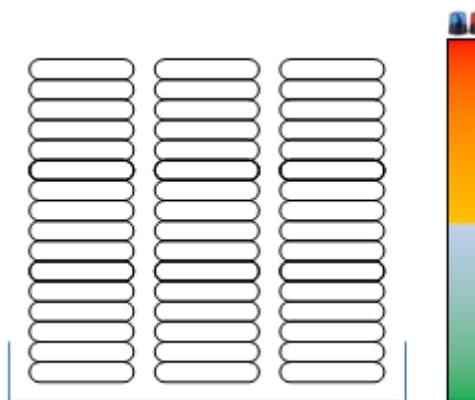


Figura 47

10.2 Análisis de los Modos de Fallas Potenciales y sus Efectos (AMFE) en el Proceso de Rotomoldeado

En esta sección se procederá a realizar un análisis de los modos de falla detectados en el proceso de rotomoldeado. Las mismas se encuentran enunciadas y descritas en el *Anexo II - Estrategia de Calidad y No Conformidades*.

Para ello se dejarán de lado los modos de falla producidos por la utilización de polvo de polietileno húmedo, ya que esta ha sido analizada con detalle en el capítulo correspondiente a *Almacén*. En otras palabras, el modo de falla “Grumos” no va a ser tenido en cuenta en el análisis.

Análisis Cuantitativo

En esta sección se recurrió a la construcción de un gráfico de Pareto para la cantidad de cada modo de falla ocurrido durante el año 2012. Para la construcción del gráfico se controlaron al 100% de los tanques. La diferencia con el gráfico de Pareto desarrollado en el *Análisis económico-financiero del Almacén*, es que en esta sección no se está teniendo en cuenta el modo de falla “Grumos”.

A continuación se muestra el histograma y su correspondiente curva de cantidades acumuladas.

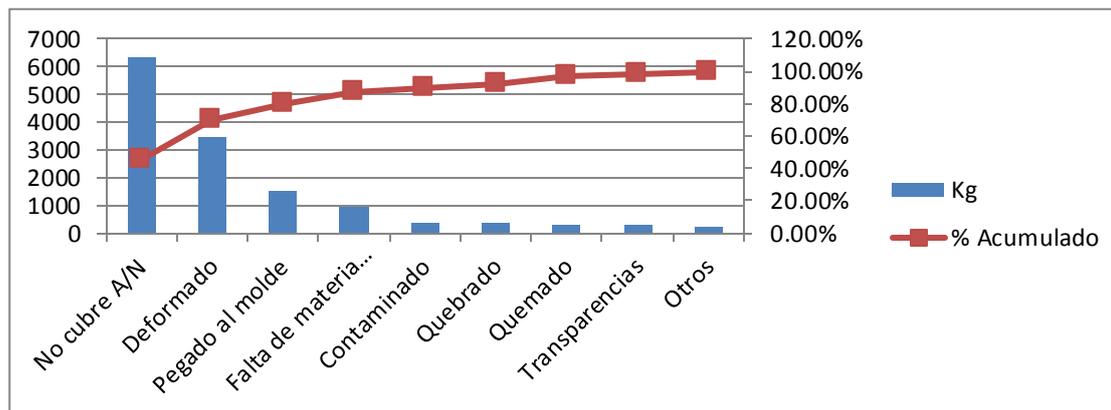


Figura 46

Motivo de rechazo	No cubre A/N	Deformado	Pegado al molde	Falta de materia prima	Contaminado	Quebrado	Quemado	Transparencias	Otros
Kg	6330	3455	1516	934	390	358	300	294	212
% Acumulado	44,80%	69,24%	79,97%	86,58%	89,34%	91,88%	96,42%	98,50%	100,00%

Tabla 28

Al igual que en el gráfico de Pareto desarrollado en el *Análisis económico-financiero* del Almacén, se observa que el modo de falla No Cubre A/N es el de mayor ocurrencia y la principal fuente de scrap que posee la compañía. Este, junto con el deformado y el pegado al molde representan el 80% de las fallas totales.

Análisis de Modos de Falla Potenciales y sus Efectos (AMFE)

Se realizó un estudio de las características críticas y significativas de la operación de roto moldeado a través de la realización de un AMFE.

Los distintos modos de fallas, sus efectos asociados y sus principales causas de ocurrencia se encuentran detallados en el *Anexo II - Estrategia de Calidad y No Conformidades*.

Ahí se encuentra detallado el efecto que genera dicho modo de falla en los “ojos” del cliente.

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

Función	Modo de Falla	Efecto	G	Causa/s	O	Control Act.	D	IPR	Tipo de Característica
Cada tipo de tanque presenta una especificación particular.	Deformado	Alta insatisfacción del cliente	7	Falta de bulones	3	Control Visual	8	168	Otras
				Restos plásticos	5	Control Visual	8	280	Significativa
	No cubre A/N	Alta insatisfacción del cliente	7	Puesta a punto	3	Control Visual	8	168	Otras
				Falta presión	2	Control Visual	8	112	Otras
	Transparencia	Pérdida de función primaria	8	Puesta a punto	3	Control Visual	8	192	Crítica
				Falta presión	2	Control Visual	8	128	Crítica
	Falta de Materia prima	Pérdida de función primaria	8	Mal pesaje de la MP	3	Control Visual	8	192	Crítica
				Quebrado	8	Apoyar con brusquedad	3	Control Visual	8
	Quemado	Alta insatisfacción del cliente	7	Molde Frío	3	Control Visual	8	168	Otras
				Falta presión	2	Control Visual	8	112	Otras
	Pegado al molde	Pérdida de función primaria	8	Falta de desmoldante	4	Control Visual	8	256	Crítica
	Contaminado	Insatisfacción del cliente	6	Balde sucio con otra MP	3	Control Visual	8	144	Otras

Tabla 29

La gravedad de cada modo de falla viene dada por el efecto que produce cada uno de ellos. Los principales efectos tenidos en cuenta son: pérdida de función primaria ($G=8$) e insatisfacción del cliente producto de un defecto estético o baja performance ($G=7$).

Si bien en el AMFE se colocó el efecto que produce el modo de falla en los ojos del cliente, cabe resaltar que el efecto real y final que termina teniendo cada modo de falla es el rechazo del tanque, ya que por política de empresa no se vende ningún producto con defectos. Estos tanques rechazados pasan a formar parte del scrap.

La frecuencia de ocurrencia de cada causa se desprende del análisis de Pareto y una ponderación por tipo de causa, que se obtiene como resultado de entrevistas realizadas al gerente de producción, los supervisores y diversos operarios.

El tipo de control empleado en todos los casos es el visual ($D=8$).

Del estudio del AMFE se desprende que el proceso presenta cinco características críticas dado que poseen alta gravedad, esto es principalmente por que los modos de falla hacen que los tanques pierdan sus propiedades funcionales.

Las acciones correctivas son principalmente cambios sobre los métodos utilizados, de forma tal que se elimine el modo de falla. Esto no afecta el índice de gravedad o el tipo de control, por lo que tampoco varía el índice de detección. En cambio, las propuestas buscan reducir la ocurrencia del modo de falla, es decir, el índice de ocurrencia.

Las acciones correctivas a tomar son las siguientes:

1. Deformado - Restos plásticos: Este modo de falla es causado por una mala limpieza de los moldes, producto de no tener un sistema de limpieza. Por lo que la acción correctiva sería introducir un sistema preventivo que indique cada cuantos

tanques producidos realizar la limpieza de cada molde. De esta manera el índice de ocurrencia bajaría a 3.

2. Transparencia - Puesta a punto: Este modo de falla es causado por una inadecuada puesta a punto de la maquinaria. Por lo que la propuesta sería introducir una especie de sistema poka yoke que obligue al operario a revisar todos los puntos pertinentes de la puesta a punto antes de iniciar la producción. De esta manera el índice de ocurrencia bajaría a 2. Esta acción también beneficia al modo de falla de No cubre A/N.

3. Transparencia - Falta presión: Este modo de falla es debido a una disminución en la presión del gas que se recibe. Para disminuir su ocurrencia lo que se propone es introducir un medidor de presión en la línea de gas, para que el operario sepa en qué momento va a tener menor presión, de esta manera ya prepara al programa para que caliente un poco más de tiempo al molde. La ocurrencia de este modo de falla ya es baja, por lo que no se va a modificar dicho índice. Esta acción también beneficia al modo de falla de No cubre A/N.

4. Falta de materia prima: Este modo de falla es causado por un mal pesaje de la materia prima. Por lo que la propuesta sería introducir un sistema Poka Yoke (técnica de calidad que evita que se cometan errores, ya que da una señal de alarma o no permite que la máquina opere hasta tanto las condiciones sean adecuadas) que haga al operario encargado del pesaje volver a verificar la cantidad pesada, asegurándose de que sea la correcta. De esta manera el índice de ocurrencia bajaría a 2.

5. Quebrado: Este modo de falla ocurre por un manipuleo brusco del tanque. Por lo que la acción a tomar sería la introducción de algún sistema de manipuleo que facilite el movimiento del tanque, disminuyendo la probabilidad de rotura del tanque. De esta manera el índice de ocurrencia bajaría a 2.

6. Pegado al molde: Este modo de falla es causado por no introducir el desmoldante en el momento que se precisa. La acción correctiva sería implementar un sistema preventivo que indique que cada cierta cantidad de tanques producidos se debe introducir desmoldante al molde. De esta manera el índice de ocurrencia bajaría a 3.

Optimización de las Operaciones luego de una Fusión

Función	Modo de Falla	Acciones Recomendadas	Efecto	G	Causa/s	O	Control Act.	D	IPR	Tipo de Característica
Cada tipo de tanque presenta una especificación particular.	Deformado	Ninguna	Alta insatisfacción del cliente	7	Falta de bulones	3	Control Visual	8	168	Otras
		Sist. Prev. Limpieza			Restos plásticos	3	Control Visual	6	126	Otras
	No cubre A/N	Ninguna	Alta insatisfacción del cliente	7	Puesta a punto	2	Control Visual	8	112	Otras
		Ninguna			Falta presión	2	Control Visual	8	112	Otras
	Transparencia	Sist. Poka Yoke	Pérdida de función primaria	8	Puesta a punto	2	Control Visual	6	96	Crítica
		Medidor de presión			Falta presión	2	Control Visual	6	96	Crítica
	Falta de Materia prima	Sist. Poka Yoke	Pérdida de función primaria	8	Mal pesaje de la MP	2	Control Visual	6	96	Crítica
	Quebrado	Sist. Manipuleo	Pérdida de función primaria	8	Apoyar con brusquedad	2	Control Visual	6	96	Crítica
	Quemado	Ninguna	Alta insatisfacción del cliente	7	Molde Frío	3	Control Visual	8	168	Otras
		Ninguna			Falta presión	2	Control Visual	8	112	Otras
	Pegado al molde	Sist. Prev. Desmoldante	Pérdida de función primaria	8	Falta de desmoldante	3	Control Visual	6	144	Crítica
Contaminado	Ninguna	Insatisfacción del cliente	6	Balde sucio con otra MP	3	Control Visual	8	144	Otras	

Tabla 30

Conclusiones

El análisis del gráfico de Pareto junto con el del AMFE arroja la conclusión de que la principal operación a controlar se trata del agregado de material desmoldante. La importancia que se observa no sólo radica en que la ocurrencia de la falla implica que el tanque debe ser desechado sino también en la frecuencia con la que ocurre. Como se deduce del gráfico de Pareto, el 12% del scrap generado tiene su causa de origen en este tipo de problema.

Entonces un mayor control de la operación de agregado de desmoldante, permitirá reducir cuantiosamente el nivel de scrap generado. Alternativa y preferentemente, podría pensarse en un proceso de termoformado que evitara la necesidad de controlar manualmente el agregado de este aditivo. Si se utilizara un medidor del nivel del mismo existente en la mezcla, podría eliminarse este modo de falla. Esta segunda solución es la que brindaría mejores resultados ya que ataca la raíz del problema, sin embargo se considera alternativa porque requiere de una inversión inicial superior a la otra propuesta.

10.3 Sector de Rotomoldeado

De acuerdo al relevamiento de las operaciones realizado, se han observado distintas oportunidades de mejora en el sector de rotomoldeado. El objetivo de esta sección es listar estos puntos que potencialmente podrían generar mejoras para la empresa, pero que no fueron tratados en el presente trabajo.

A continuación se listan las oportunidades de mejoras detectadas:

Sector	Problema	Solución	Costo	Impacto
<i>Sector de Rotomoldeo</i>	Mal estado de moldes	Mantenimiento	Alto	Alto
	Pérdida de tiempo por limpieza	Implementar cultura de mantener limpio	Bajo	Alto
	Actual cuello de botella	Comprar más maquinaria	Alto	Alto
	Pérdida de tiempo por ausencia de material	Sistema KAN BAN	Bajo	Alto
	Scrap en el proceso de Rotomoldeado	AMFE seguido de planes de acción	Bajo	Medio
	Producto terminado es llevado a mano hasta los camiones	Dock de carga y descarga	Medio	Medio

Tabla 31

Sería de gran beneficio para la empresa destinar recursos en analizar estos puntos mencionados anteriormente, ya que el sector de rotomoldeado es el actual cuello de botella de la fábrica, por lo que una mejora en este sector y en su capacidad, repercutiría en gran medida en la capacidad de la empresa y en sus ingresos.

ANEXO I: NECESIDADES DE MATERIA PRIMA**Producción de Rotoplas antes de la fusión**

Tabla 32

Horas laborables por año (hr/año)	5520				
Demanda (Kg/año)	1,800,000.00				
Cantidad de Turnos (turno/día)	3				
Producto	Peso KG/TANQ	Producción KG/AÑO	Producción TANQ/AÑO	Producción TANQ/HORA	Participación
SISTEMA MEJOR AGUA 600 LTS TRICAPA	15	402,973.59	26,865.00	4.87	22.39%
SISTEMA MEJOR AGUA 1100 LTS TRICAPA	20	392,876.04	19,644.00	3.56	21.83%
SIS ROTOPLAS M AGUA STD 400 LT VTA	10	251,132.68	25,114.00	4.55	13.95%
SIS ROTOP M AGUA ARENA 850 LT VTA	18	160,740.55	8,931.00	1.62	8.93%
SIS ROTOP M AGUA ARENA 400 LT VTA	10	143,336.93	14,334.00	2.60	7.96%
SISTEMA MEJOR AGUA 600 LTS BICAPA	11.5	125,714.17	10,932.00	1.98	6.98%
SISTEMA MEJOR AGUA 2500 LTS TRICAPA	38.5	83,662.62	2,174.00	0.39	4.65%
SISTEMA MEJOR AGUA 1100 LTS BICAPA	18.5	72,004.83	3,893.00	0.71	4.00%
SIS ROTOPLAS M AGUA STD 850 LT VTA	15.5	48,114.89	3,105.00	0.56	2.67%
SIS ROTOPLAS FLAT ARENA 1000 L VTA	27	25,866.06	959.00	0.17	1.44%
SIS ROTOP M AGUA CIST 1100 LT VTA	24	22,072.31	920.00	0.17	1.23%
SIS ROTOPLAS FLAT STD 500 LT VTA	12.5	18,020.61	1,442.00	0.26	1.00%
SISTEMA MEJOR AGUA 2500 LTS BICAPA	37	17,484.50	473.00	0.09	0.97%
SIS ROTOPLAS FLAT ARENA 500 LT VTA	16	15,445.53	966.00	0.18	0.86%
SIS ROTOP M AGUA CIST 2500 LT VTA	41	11,992.79	293.00	0.05	0.67%
SIS ROTOPLAS FLAT STD 1000 LT VTA	24	8,561.91	357.00	0.06	0.48%
SUMA	338.50	1,800,000.00	120,402.00	21.81	1

BOM Productos Rotoplas

Tabla 33

KG/TANQUE	POLVO NEGRO BD LR	ESPUMANTE NEGRO BASICO TS	POLVO BLANCO SOLIDO NAC. AB BD R1	POLIETILENO POLVO LINEAL ARENA BD R1	Polvo Azul Brasil Alta Densidad	POLIETILENO POLVO AZUL HD R1	Peso
SISTEMA MEJOR AGUA 600 LTS TRICAPA	0	4	5	6	0	0	15
SISTEMA MEJOR AGUA 1100 LTS TRICAPA	0	5	7	8	0	0	20
SIS ROTOPLAS M AGUA STD 400 LT VTA	4	2	4	0	0	0	10
SIS ROTOP M AGUA ARENA 850 LT VTA	0	4	7	7	0	0	18
SIS ROTOP M AGUA ARENA 400 LT VTA	0	2.5	3.5	4	0	0	10
SISTEMA MEJOR AGUA 600 LTS BICAPA	4.5	2.5	4.5	0	0	0	11.5
SISTEMA MEJOR AGUA 2500 LTS TRICAPA	0	10	11.5	17	0	0	38.5
SISTEMA MEJOR AGUA 1100 LTS BICAPA	8.5	3.5	6.5	0	0	0	18.5
SIS ROTOPLAS M AGUA STD 850 LT VTA	6	4	5.5	0	0	0	15.5
SIS ROTOPLAS FLAT ARENA 1000 L VTA	0	6	10	11	0	0	27
SIS ROTOP M AGUA CIST 1100 LT VTA	0	0	0	0	0	10	24
SIS ROTOPLAS FLAT STD 500 LT VTA	0	3	4.5	0	5	0	12.5
SISTEMA MEJOR AGUA 2500 LTS BICAPA	15	10	12	0	0	0	37
SIS ROTOPLAS FLAT ARENA 500 LT VTA	0	4	6	6	0	0	16
SIS ROTOP M AGUA CIST 2500 LT VTA	0	0	0	0	0	20	41
SIS ROTOPLAS FLAT STD 1000 LT VTA	0	4	9	0	11	0	24

Producción de Tinacos

Tabla 34

Producto	Peso KG/TANQ	Producción KG/AÑO	Producción TANQ/AÑO	Producción TANQ/HORA	Participación
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 300 LTS	7	68,571.43	9,796.00	1.77	5.71%
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 300 LTS	5.5	34,285.71	6,234.00	1.13	2.86%
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 400 LTS	8.5	102,857.14	12,101.00	2.19	8.57%
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 400 LTS	5	68,571.43	13,715.00	2.48	5.71%
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 500 LTS	9.5	137,142.86	14,437.00	2.62	11.43%
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 500 LTS	7	102,857.14	14,694.00	2.66	8.57%
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 600 LTS	11	137,142.86	12,468.00	2.26	11.43%
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 600 LTS	7.5	68,571.43	9,143.00	1.66	5.71%
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 750 LTS	15.5	34,285.71	2,212.00	0.40	2.86%
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 750 LTS	10	34,285.71	3,429.00	0.62	2.86%
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 850 LTS	15	68,571.43	4,572.00	0.83	5.71%
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 850 LTS	11	68,571.43	6,234.00	1.13	5.71%
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 1100 LTS	15	171,428.57	11,429.00	2.07	14.29%
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 1100 LTS	12	68,571.43	5,715.00	1.04	5.71%
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 2750 LTS	26	0.00	0.00	0.00	0.00%
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 2750 LTS	25	34,285.71	1,372.00	0.25	2.86%
SUMA	190.50	1,200,000.00	127,551.00	23.11	1

BOM Productos Tinacos

Tabla 35

KG/TANQUE	POLIETILENO POLVO NEUTRO HD	POLVO NEGRO BD LR	ESPUMANTE BASICO TS	ESPUMANTE NEGRO BASICO TS	POLVO BLANCO SOLIDO NAC. AB BD R1	POLIETILENO POLVO LINEAL ARENA BD R1	Polvo Azul Brasil Alta Densidad	POLIETILENO POLVO AZUL HD R1	Peso
TANQUEFORIEPLAS BICAPA 300 LTS	0	4	3	0	0	0	0	0	7
TANQUEFORIEPLAS TRICAPA 300 LTS	0	0	0	2	0	3.5	0	0	5.5
TANQUEFORIEPLAS BICAPA 400 LTS	0	4.5	4	0	0	0	0	0	8.5
TANQUEFORIEPLAS TRICAPA 400 LTS	0	0	0	2	0	3	0	0	5
TANQUEFORIEPLAS BICAPA 500 LTS	0	5	4.5	0	0	0	0	0	9.5
TANQUEFORIEPLAS TRICAPA 500 LTS	0	0	0	2.5	0	4.5	0	0	7
TANQUEFORIEPLAS BICAPA 600 LTS	0	6	5	0	0	0	0	0	11
TANQUEFORIEPLAS TRICAPA 600 LTS	0	0	0	2.5	0	5	0	0	7.5
TANQUEFORIEPLAS BICAPA 750 LTS	0	8	7.5	0	0	0	0	0	15.5
TANQUEFORIEPLAS TRICAPA 750 LTS	0	0	0	4	0	6	0	0	10
TANQUEFORIEPLAS BICAPA 850 LTS	0	8	7	0	0	0	0	0	15
TANQUEFORIEPLAS TRICAPA 850 LTS	0	0	0	4	0	7	0	0	11
TANQUEFORIEPLAS BICAPA 1100 LTS	0	8	7	0	0	0	0	0	15
TANQUEFORIEPLAS TRICAPA 1100 LTS	0	0	0	4	0	8	0	0	12
TANQUEFORIEPLAS BICAPA 2750 LTS	0	14	12	0	0	0	0	0	26
TANQUEFORIEPLAS TRICAPA 2750 LTS	0	0	0	12	0	13	0	0	25

ANEXO II - ESTRATEGIA DE CALIDAD Y NO CONFORMIDADES

Estrategia de Calidad

El control de calidad se hace sobre el producto terminado en forma visual. Si el tanque presenta alguno de los modos de falla de rechazo se lo considera inmediatamente scrap y queda inutilizable. Esto se debe a la política de calidad de la empresa no permite vender tanques que posean algún tipo de defecto. Por otra parte, los tanques considerados scrap no se pueden reciclar ya que otra política de la empresa es no utilizar materia prima proveniente de plásticos reciclados. Se considera que no estos no cumplirían sus altos requisitos de calidad. En otras palabras, la estrategia de calidad que utiliza la empresa es CONTROL SOBRE EL PRODUCTO.

Modos de falla

En esta sección se van a describir los principales modos de fallas que se presentan en la operación de roto moldeado, y los efectos asociados a las mismas. También se presenta un análisis cualitativo de las principales causas de los modos de fallas.

Deformado

Característica

El tanque no presenta la forma requerida, sino que presenta deformaciones en su superficie.

Esto es debido a una mala distribución del calor o a un enfriado no uniforme.

Este modo de falla es causado principalmente porque al molde le entró agua en el momento del enfriamiento por agua. Entonces, en la zona afectada el polietileno se enfría más rápidamente causando una deformación.

Efecto

Este defecto es principalmente un problema estético, funcionalmente el tanque no se ve afectado sin embargo, por política de la empresa, no se comercializa ningún tanque con defectos.

Causas

La filtración de agua al molde es producto de un mal sellado del molde que ocurre básicamente por dos posibles razones:

1. Falta de tornillos: se pusieron menos tornillos de los que corresponden para cerrar la brida del molde
2. Restos plásticos: hay presencia de restos plásticos en el cierre del molde.

No Cubre Arena/Negro

Característica

Si el tanque es tricapa su capa exterior es arena. De presentarse un defecto de cobertura, se ve desde el exterior el negro de adentro. En cambio, la capa exterior del tanque



Figura 47

bicapa es negra, por lo que en caso de presentarse este defecto, se ve desde el exterior el blanco de la espuma interior.

Esto ocurre principalmente por una mala distribución del material que puede deberse a una mala distribución del calor o una mala basculación. En general este modo de falla ocurre en la parte del tanque donde se ubica el cierre de la brida o en la boca del tanque. Por lo que estos lugares del molde tienen quemadores especialmente dedicados a su calentamiento.

Efecto

Este defecto es principalmente un problema estético, funcionalmente el tanque no se ve afectado sin embargo por política de la empresa no se comercializa ningún tanque con defectos.

Causas

La mala distribución del material puede deberse a básicamente dos razones: puesta a punto y falta de presión.

Habrà una puesta a punto deficiente cuando: funcionen quemadores de más o de menos, se coloquen los quemadores en posiciones incorrectas, estos no hayan sido limpiados (por lo que se encuentran tapados y no se permite la salida de toda la llama que debería), se seleccionó un programa incorrecto de producción que genera una basculación del molde incorrecta, un tiempo de quemado incorrecto, entre otras cosas.

Por otra parte, el hecho de que todas las fábricas dentro del mismo parque industrial estén trabajando con altas producciones, puede llevar a que baje la presión del gas en el quemador. Como Rotoplas se ubica última en el caño transportador de gas, el calor aportado será menor y los operarios deberán aumentar el tiempo de quemado que establece el programa para evitar la falla.

Transparencias

Característica

Si se mira al interior del tanque se ve la claridad del exterior. Esto ocurre principalmente por una mala distribución del material por una mala distribución del calor o una mala basculación.

En general este modo de falla ocurre en la parte del tanque donde se ubica el cierre de la brida o en el fondo del tanque.

Efecto

Este defecto trae aparejado un problema funcional ya que genera algas, musgo y verdín dentro del tanque.

Causas

Las causas son las mismas que para una dispareja distribución de las capas (punto anterior).

Falta materia prima

Característica

Básicamente se debe a que se colocó menos kg de material de lo requerido por el tanque. Este modo de falla se detecta fácilmente visualmente, y se recurre al pesaje de los tanques para comprobarlo.



Figura 48

Si bien, la falta de materia prima también puede generar los modos de falla “no cubre a/n” o “transparencias”, cuando la causa es la falta materia prima en si se lo denomina “falta de materia prima”.

Efecto

La falta de materia prima compromete la resistencia mecánica del material, por lo que es un problema funcional

Causas

La principal causa es un mal pesaje de la materia prima que luego se introduce dentro del molde para la fabricación del tanque.

El pesaje incorrecto se debe principalmente a que el polvo de polietileno se encontraba húmedo.

Quebrado

Característica

Se quiebra la roto espuma interior cuando se apoya el tanque luego de su producción. La roto espuma es para aislamiento térmica y acústica.

Efecto

Este tipo de defecto puede generar una filtración del agua hacia el exterior del tanque, por lo que es un problema funcional.

Causas

La principal causa de ocurrencia de este modo de falla es un manipuleo brusco del tanque.

Quemado

Característica

El tanque sale con el polietileno quemado. Esto ocurre porque el quemador estuvo tiempo de más funcionando.

Si el tanque presenta un quemado leve, se los pone al sol para que se blanqueen, si el quemado es importante no hay forma de recuperarlo por lo que se desechan como scrap.

Efecto

Este defecto es principalmente un problema estético, funcionalmente el tanque no se ve afectado, sin embargo por política de la empresa no se comercializa ningún tanque con defectos.

Causas

Molde frío: cuando el operario arranca la producción con un molde frío, no sabe bien cuánto tiempo requiere el tanque para derretir al polietileno, y en general el programa da el tiempo necesario para el molde caliente, por lo que el operario le agrega tiempo manualmente y a veces se pasa del tiempo necesario, quemando al tanque.

Puesta a punto: hubo una puesta a punto deficiente de la máquina, ya sea porque se pusieron quemadores de más o de menos, pusieron quemadores en posiciones incorrectas, no limpiaron los quemadores, por lo que se encuentran tapados y no se permite la salida de toda la llama que debería, por lo que el operario le agrega tiempo manualmente y a veces se pasa del tiempo necesario, quemando al tanque.

Falta de presión: también puede pasar que si están en funcionamiento las otras empresas del parque industrial baje la presión del gas en el quemador, ya que la empresa se ubica última en el caño transportador de gas, por lo que el calor aportado es menor, por lo que el operario le agrega tiempo manualmente y a veces se pasa del tiempo necesario, quemando al tanque.

Pegado al molde

Característica

Al retirar el tanque del molde parte del mismo queda pegado, por lo que el operario debe aplicar más fuerza para despegarlo lo que termina muchas veces en la rotura del tanque.

Efecto

El tanque es inservible ya que sale del molde en pedazos.

Causas

Cada cierto periodo de tiempo a los moldes hay que agregarles desmoldantes para facilitar la extracción del tanque y evitar que se peguen. Cuando esto no se hace, se presenta este modo de falla.

Grumos

Característica

El tanque presenta en su interior grumos de polietileno.

Efecto

Este defecto es principalmente un problema estético, funcionalmente el tanque no se ve afectado, sin embargo por política de la empresa no se comercializa ningún tanque con defectos.

Causas

El polvo de polietileno utilizado estaba húmedo.

Contaminado

Característica

Exteriormente el tanque presenta manchitas de otro color. Por ejemplo, en el caso de los de capa exterior de arena se podrán observar pintas negras, o en el caso del tanque con capa exterior negra se observan pintas blancas.

Efecto

Este defecto es principalmente un problema estético, funcionalmente el tanque no se ve afectado, sin embargo por política de la empresa no se comercializa ningún tanque con defectos.

Causas

Este modo de falla es principalmente causado por una mala limpieza del tanque que lleva la materia prima al molde. En el momento del pesado (cuando se llena el balde de materia prima para realizar una nueva capa) muchas veces no se limpia bien el balde por lo que queda depositado parte del material anterior utilizado, lo genera que el material quede contaminado por otro color.

ANEXO III: REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA

Capacidades Productivas de los Procesos

Los siguientes valores fueron tomados a partir de un estudio de tiempos realizado en la fábrica. Primero se consultó las capacidades teóricas máximas de cada uno de ellos a la cual se le descontó un 30% de suplemento, que se considera que la persona necesita para descansar, necesidades personales, entre otras cosas. Esto resultó en la obtención de la capacidad real de cada proceso.

A continuación, dado que estos son altamente repetitivos y las mermas son nulas o muy pequeñas, se consideró un rendimiento de 97% quedando así la capacidad real de cada uno.

Proceso	Shrink-Wrap (tanq)	Serigrafiado (tanq)	Aspirado (tanq)	Conexiones Termofusionadas (tanq)	Agujereado (tanq)	Tapera (tanq)	Rotomoldeo (tanq)	Separación MP (KG)
Capacidad Teórica s/suplemente (uni/hs)	113,75	81,25	130,00	160,00	160,00	195,00	7,00	202,80
Suplemento (30%)	26,25	18,75	30,00	36,92	36,92	45,00	1,62	46,80
Capacidad Real (uni/hs)	87,50	62,50	100,00	123,08	123,08	150,00	5,38	156,00
Mermas No recuperables	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,80%	0,05%
Rendimiento	97%	97%	97%	97%	97%	97%	95%	98%
Capacidad Real (uni/hs)	84,88	60,63	97,00	119,38	119,38	145,50	5,12	152,88

Tabla 36

Tiempos de producción necesarios para productos Rotoplas

Considerando la cantidad de tanques de cada tipo que se producen, se procedió a calcular el total de tanques que debe pasar por cada proceso en el lapso de una hora para cumplir con la demanda.

Tabla 37

Producto	Participación	Shrink-Wrap (tanq)	Serigrafiado (tanq)	Aspirado (tanq)	Conexiones Termofusionadas (tanq)	Agujereado (tanq)	Taper a (tanq)	Rotomoldeo (tanq)	Separación MP (KG)
SISTEMA MEJOR AGUA 600 LTS TRICAPA	22.39%	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.91	73.63
SISTEMA MEJOR AGUA 1100 LTS TRICAPA	21.83%	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.59	71.78
SIS ROTOPLAS M AGUA STD 400 LT VTA	13.95%	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.59	45.89
SIS ROTOP M AGUA ARENA 850 LT VTA	8.93%	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.63	29.37
SIS ROTOP M AGUA ARENA 400 LT VTA	7.96%	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.62	26.19
SISTEMA MEJOR AGUA 600 LTS BICAPA	6.98%	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	2.00	22.97
SISTEMA MEJOR AGUA 2500 LTS TRICAPA	4.65%	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.40	15.29
SISTEMA MEJOR AGUA 1100 LTS BICAPA	4.00%	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	13.16
SIS ROTOPLAS M AGUA STD 850 LT VTA	2.67%	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.57	8.79
SIS ROTOPLAS FLAT ARENA 1000 L VTA	1.44%	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	4.73
SIS ROTOP M AGUA CIST 1100 LT VTA	1.23%	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	4.03
SIS ROTOPLAS FLAT STD 500 LT VTA	1.00%	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	3.29
SISTEMA MEJOR AGUA 2500 LTS BICAPA	0.97%	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	3.20
SIS ROTOPLAS FLAT ARENA 500 LT VTA	0.86%	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	2.82
SIS ROTOP M AGUA CIST 2500 LT VTA	0.67%	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	2.19
SIS ROTOPLAS FLAT STD 1000 LT VTA	0.48%	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	1.57
SUMA	1	21.81	21.81	21.81	21.81	21.81	21.81	21.99	328.92

Requerimientos de maquinaria y mano de obra para Rotoplas

Si se tienen las capacidades de producción que tiene cada máquina por hora, y la cantidad de tanques que se deben producir en ese tiempo, es posible determinar cuántas máquinas de cada tipo se necesitan. En el caso del aspirado, el agregado de conexiones y agujereado, no se trata de máquinas, sino de personas trabajando en ese proceso.

Maquinaria								
	Shrink-Wrap (tanq)	Serigrafiado (tanq)	Aspirado (tanq)	Conexiones Termofusionadas (tanq)	Agujereado (tanq)	Tapera (tanq)	Rotomoldeo (tanq)	Separación MP (KG)
MAQ Necesarias	0,257	0,360	0,225	0,183	0,183	0,150	4,298	2,151
MAQ Necesarias	1	1	1	1	1	1	5	3
Capacidad Real	84,88	60,63	97	119,38	119,38	145,5	25,58	458,64
Grado Aprovechamiento	26%	36%	22%	18%	18%	15%	86%	72%

Mano de Obra								
	Shrink-Wrap (tanq)	Serigrafiado (tanq)	Aspirado (tanq)	Conexiones Termofusionadas (tanq)	Agujereado (tanq)	Tapera (tanq)	Rotomoldeo (tanq)	Separación MP (KG)
MO por operación	1	2	1	1	1	1	0,25	1
MO necesaria (redondeado)	1	2	1	1	1	1	1,25	3

Tabla 38

Tiempos de producción necesarios para productos TINACOS

Tabla 39

Producto	Shrink-Wrap (tanq)	Serigrafiado (tanq)	Aspirado (tanq)	Conexiones Termofusionadas (tanq)	Agujereado (tanq)	Tapera (tanq)	Rotomoldeo (tanq)	Separación MP (KG)
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 300 LTS	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.79	12.53
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 300 LTS	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.14	6.26
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 400 LTS	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.21	18.79
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 400 LTS	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.50	12.53
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 500 LTS	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.64	25.06
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 500 LTS	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.68	18.79
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 600 LTS	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.28	25.06
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 600 LTS	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.67	12.53
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 750 LTS	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	6.26
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 750 LTS	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.63	6.27
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 850 LTS	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	12.53
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 850 LTS	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.14	12.53
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 1100 LTS	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.09	31.32
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 1100 LTS	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	12.53
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 2750 LTS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 2750 LTS	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	6.27
SUMA	23.11	23.11	23.11	23.11	23.11	23.11	23.29	219.27

Requerimientos de maquinaria y mano de obra para TINACOS

Tabla 40

Maquinaria								
	Shrink-Wrap (tanq)	Serigrafiado (tanq)	Aspirado (tanq)	Conexiones Termofusionadas (tanq)	Agujereado (tanq)	Tapera (tanq)	Rotomoldeo (tanq)	Separación MP (KG)
MAQ Necesarias	0,272	0,381	0,238	0,194	0,194	0,159	4,554	1,434
MAQ Necesarias	1	1	1	1	1	1	5	2
Capacidad Real	84,875	60,625	97	119,3846154	119,3846154	145,5	25,57692308	305,76
Grado Aprovechamiento	27%	38%	24%	19%	19%	16%	91%	72%

Mano de Obra								
	Shrink-Wrap (tanq)	Serigrafiado (tanq)	Aspirado (tanq)	Conexiones Termofusionadas (tanq)	Agujereado (tanq)	Tapera (tanq)	Rotomoldeo (tanq)	Separación MP (KG)
MO por operación	1	2	1	1	1	1	0,25	1
MO necesaria (redondeado)	1	2	1	1	1	1	1,25	2

ANEXO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

Datos

A continuación se encuentran datos generales utilizados a lo largo del trabajo. En el valor de los sueldos está incluido aguinaldo, cargas sociales, antigüedad, etc.

Tabla 41

DATOS

	(\$/mes)	(\$/día)	(\$/hora)
Sueldo de operario	10000	500	62,5
Sueldo de operario al 25%	12500	625	78,13
Sueldo de operario al 50%	15000	750	93,75
Sueldo de clarkista	11000	550	68,75
Sueldo de clarkista al 25%	13750	687,50	85,94
Gasto Autoelevador (combustible, mantenimiento, etc)	5000		
Días por mes	20		
Horas por turno	8		
Horas por mes	160		

Inversiones

Tabla 42

LAY OUT

A continuación se encuentran las inversiones antes mencionadas. Se considera que los operarios harán el traslado de las maquinas un sábado, por lo que su salario será un 50% mayor que el de una jornada normal. Se utilizaran cuatro operarios. Además, se abrirán los portones pertinentes, lo que suma un costo de material y mano de obra de \$30.000, este valor se basa en un estimativo que tiene la empresa además de consulta con arquitectos que realizaron un presupuesto acorde.

En valor correspondiente las instalaciones para servicios de electricidad, agua y gas fueron detallados en el capítulo de Análisis Económico Financiero e incluye los trabajos necesarios para dos de las máquinas. Finalmente, la señalización del piso incluye la pintura para marcar los nuevos sectores e indicaciones de seguridad, así como también la mano de obra.

Movimiento de máquinas	Sueldo de operario al 50% (\$/día)	750
	Cantidad de operarios	4
	Cantidad de días	1
	Total	\$ 3.000,00
Apertura de la pared y colocación de portón	Total (\$)	\$ 50.000,00
Señalización del Piso	Total (\$)	\$ 3.000,00
Colocar instalaciones para dos máquinas (Electricidad, agua y gas)	Total	\$ 3.000,00

Tabla 43

TERMINADO

A continuación se encuentran las inversiones antes mencionadas junto con una breve descripción de cada uno de ellas:

Costo	Descripción	Costo (\$)
Desplazamiento Tapera y Máquina de Shrink Wrap	Ambas máquinas se pueden empujar ya que no se encuentran amuradas al piso. El tiempo de reubicación es mínimo, por lo que no trae aparejado un costo apreciable.	Despreciable -
Rearmar sector de Agujereado/Conexiones	Se poseen todos los elementos necesarios, por lo que lo único que hay que hacer es reubicarlos. Esto se podría hacer un sábado en 4hs de trabajo, aprovechando los trabajos de mantenimiento que se realizan en esos días.	4 horas extras al 50% de 2 operarios (93,75\$/hr/operario) \$ 750.00
Capacitación en nueva metodología	Hay que capacitar a un operario por turno. La capacitación implica 2 horas del supervisor destinadas a trabajar a la par del operario	6 horas normales de un supervisor (75\$/hr) \$ 450.00

Tabla 44

ALMACÉN

A diferencia de lo que sucede en el Lay-Out, aquí la reorganización puede realizarse en un día de semana sin interrumpir la producción por lo que corresponde la proporción de salario de los dos obreros que estarán realizando el trabajo y el clarquista que moverá los pallets a su lugar. Además se incluirá la compra de estanterías con rodillos, que se presupuestan en \$30.000 aproximadamente.

En cuanto a las obras de construcción que se deben realizar, la más significativa es la de la apertura de un nuevo portón de entrada de materia prima que es \$30.000.

Reorganización del almacén	Sueldo de operario (\$/día)	500
	Cantidad de operarios	2
	Sueldo de clarquista (\$/día)	550
	Días Necesarios	3
	Total	\$ 4,650.00
Compra Estanterías	Total	\$ 30,000.00
Apertura de la pared y colocación de portón	Total	\$ 20,000.00
Sacar Alambrado entre Almacén y Producción	Rápido y sencillo	Costos Despreciable

ANEXO V: DATOS ANÁLISIS ECONÓMICO DE ALMACÉN**Rechazos por turno**

A continuación se presentan los rechazos por turno para el sector rotomoldeado para la producción total de tanques Rotoplas en el año 2012 por turno y valorados en kg.

Tabla 45

Turno Mañana			
Motivo de rechazo	Kg. Rechazado	% De rechazo	Kg. Producidos
No cubre A/N	1720	0,29%	594653
Deformado	1515	0,25%	594653
Pegado al molde	614	0,10%	594653
Falta de materia prima	304	0,05%	594653
Quebrado	132	0,02%	594653
Quemado	92	0,02%	594653
Grumos	89	0,01%	594653
Otros	81	0,01%	594653
Contaminado	72	0,01%	594653
Transparencias	55	0,01%	594653
Total	4674	0,79%	594653

Tabla 46

Turno Tarde			
Motivo de rechazo	Kg. Rechazado	% De rechazo	Kg. Producidos
No cubre A/N	3064	0,47%	654701
Deformado	481	0,07%	654701
Pegado al molde	436	0,07%	654701
Falta de materia prima	310	0,05%	654701
Quemado	117	0,02%	654701
Contaminado	113	0,02%	654701
Grumos	94	0,01%	654701
Transparencias	85	0,01%	654701
Quebrado	56	0,01%	654701
Otros	49	0,01%	654701
Total	4805	0,73%	654701

Tabla 47

Turno Noche			
Motivo de rechazo	Kg. Rechazado	% De rechazo	Kg. Producidos
No cubre A/N	1546	0,28%	550624
Deformado	1459	0,26%	550624
Pegado al molde	466	0,08%	550624
Falta de materia prima	320	0,06%	550624
Contaminado	205	0,04%	550624
Quebrado	170	0,03%	550624
Grumos	159	0,03%	550624
Transparencias	154	0,03%	550624
Quemado	91	0,02%	550624
Otros	82	0,01%	550624
Total	4652	0,84%	550624

Agrupando por los motivos de rechazo se llega al siguiente resumen para el año 2012:

Tabla 48

Producción Total (Kg/año)	1.799,978
Scrap Total (Kg/año)	14.131
% Scrap	0,785%

Tabla 49

Motivo de rechazo	Kg. Rechazado			Total	
	Mañana	Tarde	Noche	Kg	%
No cubre A/N	1720	3064	1546	6330	44,80%
Deformado	1515	481	1459	3455	24,45%
Pegado al molde	614	436	466	1516	10,73%
Falta de materia prima	304	310	320	934	6,61%
Contaminado	72	113	205	390	2,76%
Quebrado	132	56	170	358	2,53%
Grumos	89	94	159	342	2,42%
Quemado	92	117	91	300	2,12%
Transparencias	55	85	154	294	2,08%
Otros	81	49	82	212	1,50%
Total	4674	4805	4652	14131	100,00%

Cálculo de Scrap por marca

Tanto en la producción de Rotoplas como la de Tinacos se obtiene que la cantidad de scrap para cada marca de productos es la siguiente:

Tabla 50

Producto	SCRAP		
	Tq/mes	KG/tq	Kg/mes
SISTEMA MEJOR AGUA 600 LTS TRICAPA	19	15	285
SISTEMA MEJOR AGUA 1100 LTS TRICAPA	14	20	280
SIS ROTOPLAS M AGUA STD 400 LT VTA	17	10	170
SIS ROTOP M AGUA ARENA 850 LT VTA	7	18	126
SIS ROTOP M AGUA ARENA 400 LT VTA	10	10	100
SISTEMA MEJOR AGUA 600 LTS BICAPA	8	11,5	92
SISTEMA MEJOR AGUA 2500 LTS TRICAPA	2	38,5	77
SISTEMA MEJOR AGUA 1100 LTS BICAPA	3	18,5	55,5
SIS ROTOPLAS M AGUA STD 850 LT VTA	3	15,5	46,5
SIS ROTOPLAS FLAT ARENA 1000 L VTA	1	27	27
SIS ROTOP M AGUA CIST 1100 LT VTA	1	24	24
SIS ROTOPLAS FLAT STD 500 LT VTA	1	12,5	12,5
SISTEMA MEJOR AGUA 2500 LTS BICAPA	1	37	37
SIS ROTOPLAS FLAT ARENA 500 LT VTA	1	16	16
SIS ROTOP M AGUA CIST 2500 LT VTA	1	41	41
SIS ROTOPLAS FLAT STD 1000 LT VTA	1	24	24

TOTAL ROTOPLAS (Kg/Mes)	1413,5
------------------------------------	---------------

Tabla 51

Producto	SCRAP		
	Tq/mes	KG/tq	Kg/mes
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 300 LTS	7	7	49
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 300 LTS	5	5,5	27,5
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 400 LTS	9	8,5	76,5
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 400 LTS	10	5	50
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 500 LTS	10	9,5	95
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 500 LTS	10	7	70
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 600 LTS	9	11	99
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 600 LTS	7	7,5	52,5
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 750 LTS	2	15,5	31
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 750 LTS	3	10	30
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 850 LTS	4	15	60
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 850 LTS	5	11	55
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 1100 LTS	8	15	120
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 1100 LTS	4	12	48
TANQUE FORTEPLAS BICAPA 2750 LTS	0	26	0
TANQUE FORTEPLAS TRICAPA 2750 LTS	1	25	25

TOTAL TINACOS (Kg/Mes)	888,5
---------------------------------------	--------------

11. BIBLIOGRAFÍA

Administración de operaciones: estrategia y análisis, 5ta Edición (2009)

Páginas: 733 - 747

Krajewski, Lee; Ritzman, Larry P.

Logística: administración de la cadena de suministro, 5ta Edición (2004)

Páginas: 472 - 495

Ballou, Ronald H.

Libro Materia (11.05) Calidad, ITBA.

Páginas: XII 1 - XII 9

J.C. Bassi; C.A. Pettinaroli; M. del C. Galindez.