



PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

## REINGENIERÍA DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE CALZADO

Boyadjian, Álvaro

De La Serna, Santiago

Levi, Stephanie

Docente Guía: **Ing. Federico Carola**

**2014**



A nuestros padres y familiares  
quienes nos acompañaron durante toda la carrera.  
A nuestro tutor Federico  
por ser nuestro guía durante este proyecto.  
A Bocha por abrirnos la puerta de su fábrica.



## ÍNDICE

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Resumen Ejecutivo .....                               | 7   |
| Introducción .....                                    | 9   |
| La empresa.....                                       | 11  |
| Historia.....                                         | 11  |
| Filosofía, Misión, visión y valores .....             | 12  |
| Estrategia competitiva y operativa.....               | 14  |
| Productos.....                                        | 16  |
| Proceso de Diseño.....                                | 18  |
| Descripción del mercado .....                         | 19  |
| Análisis FODA.....                                    | 22  |
| Análisis fuerzas de Porter .....                      | 26  |
| Relevamiento del Proceso productivo .....             | 29  |
| Estudio de Lay- out.....                              | 38  |
| Propuesta de Mejora: .....                            | 46  |
| Estudio de Calidad .....                              | 60  |
| Estrategias de Calidad.....                           | 60  |
| Análisis de Modo de Fallas y sus Efectos (AMFE) ..... | 66  |
| Gestion de stocks.....                                | 75  |
| Conclusiones.....                                     | 97  |
| Matriz MDOM .....                                     | 100 |
| Bibliografía.....                                     | 101 |
| Anexo.....                                            | 103 |



## **RESUMEN EJECUTIVO**

El Proyecto Final propone llevar a cabo un Relevamiento de Procesos Operativos con Propuestas de Mejora dentro de una planta ya existente de producción de calzado femenino en pos de incrementar la rentabilidad de la firma.

Se aplican varias herramientas y conceptos adquiridos en el curso de los estudios de grado y se concentran esfuerzos para cumplir con el objetivo.

Si bien Neducal SA cuenta con la infraestructura y tecnología necesarias para subsistir en un mercado muy competitivo, mediante un profundo estudio y análisis se pueden identificar y conceptualizar las barreras y problemáticas existentes, propias y del mercado sobre las cuales se pueden generar soluciones.

Muchas PyMEs nacionales carecen de asesoramiento profesional con respecto a la capitalización y optimización de recursos y tiempos y aquí es donde los autores del Proyecto pueden aportar desde su conocimiento, alternativas y soluciones para agregar valor.

La primera etapa del proyecto consiste de un diagnóstico, capturar una “foto” de la empresa en la actualidad. Se procede mediante una etapa de análisis, en la que se realizan relevamientos y se identifican los principales problemas. Se proponen las posibles mejoras a implementar en función de su dificultad e impacto, y por último se jerarquizan estas propuestas de mejora, seleccionando las que aportan ventajas económicas e ingenieriles más beneficiosas en relación a la dificultad en su aplicación.

Se hicieron recomendaciones respecto de tres temas principales: Lay-Out, Calidad y Gestión de Inventarios. En cuanto al lay-out, se recomendó principalmente una redistribución de las instalaciones, reducción de stocks intermedios y la instalación de elementos de seguridad. Respecto de la gestión de Calidad se recomendó un cambio en el enfoque de la estrategia y medidas

puntuales respecto a la confección de los zapatos como la realización de una mezcla semanal y la disposición de cuadrículas para la alineación de las piezas. Y en cuanto a la Gestión de Inventarios se propuso un cambio en la gestión de 3 elementos principales: cuero, tacos y hormas.

Se concluye que Neducal es una empresa con diferenciación en producto que realiza poco foco en la calidad de sus productos y su mejora continua, así como en aspectos esenciales de lay-out, organización general, estrategia y objetivos claramente definidos y gestión de inventarios, y que con una dificultad predominantemente media-baja se pueden obtener resultados de impacto medio-alto, que permitirían una mejor organización en planta, optimización de lay-out y gestión de inventarios, mejor calidad de sus productos y mayor rentabilidad.

Se ganó experiencia en el relevamiento de procesos en planta y en la optimización de resultados mediante la observación y contacto con operarios y gerentes.

Se deja abierta la posibilidad de seguir trabajando en un relevamiento de todos los costos y flujos de fondos de la empresa para poder analizar con mayor precisión su retorno y rentabilidad.

Se considera que se cumplió con el objetivo planteado al poder, a partir de un análisis y relevamiento inicial que permitió distinguir en dónde enfocar los recursos, realizar diferentes propuestas de mejora de sencilla aplicación y considerable impacto para la empresa.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del proyecto es aumentar la rentabilidad de la planta de fabricación de zapatos. Durante el relevamiento de la empresa en su totalidad junto al dueño de la empresa, Víctor Hugo Karakachian, se logró identificar (a criterio de los integrantes del grupo) las problemáticas más importantes de Neducal SA. El primer recorrido demostró una planta actualizada a nivel maquinaria y procesos con respecto a las demás plantas de calzado ubicadas en la región. Sin embargo, algunos de sus problemas principales se pueden detectar a simple vista, mientras que otros, se los llega a identificar con un análisis más detallado. En un principio, la distribución del lay-out no parece la óptima, con un flujo de manipuleo de materiales extenso, y con pasillos angostos y periódicamente obstruidos. Al llegar a un almacén casi colmado, nos llamó la atención la ausencia de ningún tipo de sistema de gestión de inventarios, sino que se pedía “a ojo”. Después de una charla más elaborada con el mismo Gerente General, se detectó la disminución de calidad de los insumos principales en los últimos años debido a decisiones político-económicas en el país. Más importante aún, se verifica que la empresa misma no realizaba chequeos o inspecciones de calidad significantes.

Si bien hay varios temas en los que se podría focalizar para optimizar los recursos y la rentabilidad de la empresa, se ha decidido enfocar los esfuerzos para tratar de resolver los problemas más evidentes en visitas a la fábrica. Los objetivos específicos, que llevan al objetivo general son: proponer un rediseño de el/los proceso/s críticos, analizar el lay-out actual de la planta, estudiar el sistema de calidad actual y analizar algunos indicadores económicos, con el fin de optimizar los procesos necesarios, reducir tiempos, aumentar la productividad, calidad y rendimiento de la planta industrial, beneficiando tanto a la empresa como también al cliente.

Respecto a la motivación personal de este proyecto final, la misma radica en: poner en práctica las herramientas que aprendimos durante la carrera, que nos sea útil para trabajar en consultoría (no como un emprendimiento personal, sino trabajando en alguna consultora que se base en actividades de

reingeniería), así como también que nos sirva como herramienta útil de aprendizaje para trabajar a futuro en plantas industriales. En particular, uno de los integrantes del grupo tiene un vínculo muy cercano con la industria del calzado al tener familia que se dedica a este rubro (quienes nos facilitaron el contacto) y existe la posibilidad concreta de que elija iniciar su vida profesional por el mismo camino.

## LA EMPRESA

### Historia

La empresa Neducal tiene 25 años de antigüedad. Desde sus comienzos se dedicó a la fabricación y a la venta mayorista de calzado femenino.

Durante sus primeros años, la planta estaba localizada en el barrio de Florida, Vicente López, Provincia de Buenos Aires. Debido al aumento de su demanda y a la restricción de capacidad de la antigua planta, en el año 2003 se mudó a la ubicación actual, situada en una zona cercana a la anterior, Villa Martelli.

La nueva planta posee una capacidad de producción del doble que la planta anterior, llegando a producir hasta 700 pares diarios. Esta planta tiene dos pisos (planta alta y planta baja), cada uno de 1000 metros cuadrados de superficie.

Actualmente, en la empresa trabajan 80 empleados, quienes se encargan de la producción del zapato en todas sus etapas, excepto del proceso de aparado, tarea que se terceriza a varios talleres. El dueño de la empresa es Víctor Hugo Karakachian, quien relató sobre la empresa, productos y un panorama general sobre el mercado. Tiene una mano derecha, Claudio Augusto López, que, al igual que el dueño, se ocupa de la parte administrativa. Él fue quien informó sobre el proceso. Guillermo Karakachian, el hermano del dueño, es el encargado del almacén y del sector de corte. Él dio información sobre stocks. El gerente de calidad se llama Horacio Ripoldi, y fue quien, junto con los operarios, brindó la información perteneciente a su sector.

La empresa cuenta con un contrato de exclusividad con un cliente. A cambio de no venderle a otros comercios de calzado, le garantiza una compra mínima de zapatos por temporada. Este contrato de exclusividad está próximo a concluir, permitiendo a Neducal vender su producto a otros clientes, aunque sin tener la certeza de poder lograr el volumen de ventas que le garantizaba el contrato de exclusividad.

## Filosofía, Misión, visión y valores

La empresa se basa en los siguientes pilares:

### Filosofía

La empresa está comprometida firmemente tanto con la sociedad como con los valores sociales, y se basa en la premisa del respeto por los principios éticos.

### Misión y visión

Su visión es ser una empresa a nivel local que provea calzados, más precisamente zapatos, de buena calidad.

Su misión es alcanzar el liderazgo en este rubro a través del crecimiento sostenido de ventas y rentabilidad, que permita recompensar a accionistas y empleados, y satisfacer a clientes, proveedores y la comunidad.

### Valores

La empresa cuenta con valores que forman parte de su cultura, a saber:

- Mejora continua
- Buenas relaciones interpersonales
- Cumplimiento de Funciones y Objetivos
- Cumplimiento de las Normas de Control

Se considera que la empresa, respecto a sus premisas, cumple con su filosofía en cuanto a valores sociales y respecto por los principios éticos, así como también cumple con los valores de buenas relaciones interpersonales. Pero consideramos que su misión y visión no están incorporadas como sustento de la empresa ya que quiere verse reconocida como una empresa de zapatos de alta calidad y no hace tanto hincapié en la calidad, más que una mera inspección del producto semielaborado o terminado. A su vez no cumple con los valores de

mejora continua, ya que no tiene medidas al respecto, y sólo reacciona ante la aparición de una falla, en lugar de prevenirla e ir en busca de la mejora continua. La empresa tampoco cumple con las normas de control, es poco el control que realiza y este se realiza una vez ocasionado un desperfecto, y no a diario a modo de prevención. Todo lo anteriormente mencionado, representa una gran oportunidad de desarrollo para Neducl, que le permitiría sin incurrir en grandes inversiones, obtener mejoras considerables en el futuro mediano.

## ESTRATEGIA COMPETITIVA Y OPERATIVA

Su estrategia se basa en el principio de ofrecer productos de alta calidad. Intenta mantener un crecimiento en su participación en el mercado pero teniendo como premisa principal una excelente y destacable calidad en sus productos, satisfaciendo las exigencias de los clientes. Si bien Neducal tuvo que reducir levemente la calidad debido a los precios del cuero, esto lo hizo debido al poco impacto que tenía en cuanto a lo poco que disminuía la calidad, en comparación con los aumentos en los precios que podría haber implicado, que según se estimaba en la empresa eran mayores que los de la competencia directa. Su estrategia se sigue basando en mantener una buena calidad de sus productos, y por lo tanto lograr una distinción de los mismos.

En relación al control de calidad la empresa actualmente no lleva registros, y cada operario revisa que el producto semielaborado que recibe no tenga fallas. La última etapa del proceso de producción se encarga de la corrección de errores y fallas. Este es el único filtro que tiene la empresa en cuanto a calidad, pero según comentó Horacio Ripoldi, el gerente de calidad, tiene planeado incorporar un proceso más estricto de calidad debido a la exigencia cada vez más notable en los requisitos de sus clientes, como para así también lograr una estrategia de diferenciación debido a una mejor calidad en sus productos. Se estima que el gerente nos comentó esto para demostrarnos el interés que tiene la empresa en tener productos buenos y destacados, pero cuando se le preguntó en qué consistía dicho proceso más estricto no hizo referencia a ningún plan ni medidas en mente. Se recomienda que si se tiene interés en lograr diferenciación por producto y se quiere lograr un control más estricto de calidad, se elabore un plan con objetivos y medidas a aplicar. Las posibles medidas nombradas en la sección de calidad podrían ser tenidas en cuenta para que, en conjunto, conformen un plan de mejora en el proceso de control de calidad. La falta de medidas o planes consistentes con lo que dicen ser sus intenciones demuestra que va de la mano con lo mencionado anteriormente (en la sección de *Filosofía, Misión y Valores*) sobre el incumplimiento en la premisa de mejora continua. A su vez, el gerente de calidad está muy poco involucrado

con los operarios en planta, y en lugar de estar inspeccionando sobre los distintos procesos de la planta, está mayormente en su oficina realizando tareas administrativas o llenando planillas.

*Se recomienda que se involucre más con los operarios y teniendo mayor presencia en la planta, para poder establecer un plan acertado en cuanto al control de calidad necesario, y a su vez inspeccionando y controlando los procesos y el cumplimiento de las normas, lo que le permitirá tener un mejor panorama para tomar medidas de control y prevención.*

La empresa considera que los empleados constituyen el valor estratégico clave para el éxito de sus operaciones. En dicho sentido se esfuerza por disponer del recurso humano adecuado para satisfacer las necesidades actuales y futuras de la organización, para ello en todo momento intenta atraer y movilizar su gente con proyectos que posibiliten su crecimiento personal y profesional.

Como política operativa la empresa actualmente trabaja un solo turno de lunes a viernes y medio turno los sábados con el propósito de cumplir el nivel mensual de producción, abasteciendo así la demanda. Los empleados trabajan 8 horas diarias de lunes a viernes, desde las 9 hasta las 18 horas, disponiendo de una hora para el almuerzo. Los sábados trabajan desde las 9 hasta las 13 horas. El sistema de remuneración no es por hora sino por cantidad de zapatos realizados.

## Productos

En la planta se producen zapatos de mujer, tanto calzado de uso casual como de vestir.

La empresa produce una línea artesanal (zapatos hechos a mano) y otra industrializada. En la línea artesanal se fabrica un producto de alta gama y en la industrializada un producto más masivo, de menor calidad.

El zapato hecho artesanalmente tiene la ventaja de ser más duradero, pero al ser un proceso artesanal existe una mayor variabilidad de sus características.

Los zapatos hechos industrialmente reducen esta variabilidad propia del proceso manual y los lotes salen más parejos entre sí pero no poseen la durabilidad de los zapatos artesanales.

En la planta, actualmente se producen 60.000 pares por temporada, unos 120.000 pares de zapatos al año. La gran mayoría de los modelos de zapatos están en el mercado sólo durante una temporada (6 meses).

A lo largo de cada temporada (medio año), se diseñan y producen aproximadamente 50 modelos de zapatos diferentes.

La empresa produce una variada gama de productos de calzado femenino. En la temporada de primavera/verano, el tipo de calzado más producido son las sandalias. Estas vienen en diferentes estilos, variando principalmente las bases de las mismas, ya sea de taco chino, de plataforma, de suela chatita u otros tipos de bases. Otros modelos muy comunes en la temporada de verano son las ballerinas y los mocasines.



*Ilustración 1: Zapatos típicos de la temporada primavera/verano. Fuente: Catálogo de la empresa.*

Hay modelos de zapatos que son atemporales y se producen de manera pareja durante todo el año, como las zapatillas y los zapatos de fiesta.



*Ilustración 2: Stilletos y zapatillas. Presentes durante todo el año. Fuente: Catálogo de la empresa.*

Durante el invierno, los modelos más tradicionales son las botas en todos sus estilos: botinetas cortas, borcegos, botas altas y demás variedades.

Por supuesto que cada estilo de calzado no es exclusivo de cada época del año, en el verano siempre se va a producir algún tipo de botita, adaptada a la época y en invierno va a seguir habiendo ballerinas y zapatos del estilo.

La empresa cuenta con una diseñadora que a su vez es modelista, quien diseña los moldes de los zapatos. La diseñadora está en constante contacto con el mercado y con las tendencias de la moda.

### **Proceso de Diseño**

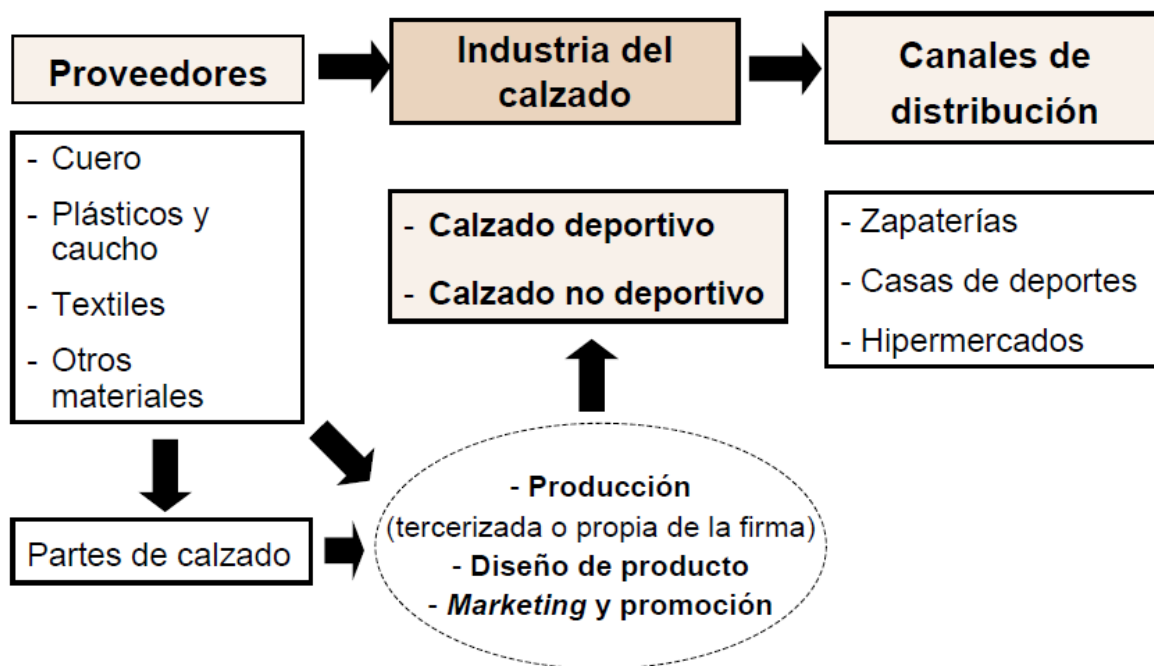
A cada modelo de zapato se lo comienza a diseñar a través de una serie de bocetos. A partir del bosquejo definitivo, se realizan varios prototipos que se van retocando a modo de prueba y error hasta llegar al diseño correcto con los materiales indicados. Al cliente se le presenta una serie de modelos a partir de los cuales selecciona su colección para la temporada. A partir de estos diseños se hacen las plantillas de corte y armado para luego ser producidos.

Entre los productos de una temporada a la otra se genera una transición (por ejemplo, la de primavera/verano arranca con zapatos más bien cerrados y ya en el verano se hacen sandalias abiertas, más apropiadas al clima del momento). Por otro lado hay modelos que se comercializan durante todo el año y hay unos pocos que se repiten año a año.

## DESCRIPCIÓN DEL MERCADO

La industria de calzado se divide principalmente en productos de “calzado deportivo” (de performance y de tiempo libre) y “calzado no deportivo” (de vestir y especiales). Actualmente, se deduce que los países desarrollados (entre ellos España, Portugal, Francia) tienden a diseñar y producir calzado de alta gama, mientras que países subdesarrollados (como China, Indonesia, Vietnam), consecuentemente con costos de producción significativamente menores (principalmente debido a la mano de obra barata), tienden a fabricar calzado de media y baja gama.

A continuación se detalla el esquema productivo de la cadena (según el Centro de Estudios para la Producción - Secretaría de Industria):



*Ilustración 3: Cadena Productiva. Fuente: CEP (Centro de Estudios para la Producción)*

Acudiendo a datos oficiales del 2007, el consumo aparente (aproximación de las ventas del mercado interno, teniendo en cuenta la producción, más las

importaciones, menos las exportaciones) en la Argentina fue de alrededor de 117 millones de pares, siendo un 75% proveniente de producción nacional.

La industria es representada por alrededor de 800 empresas (principalmente PyMES) que emplean a más de 30.000 personas. El 90% de las empresas radican en Capital Federal y el Gran Buenos Aires, mientras que el resto se ubican principalmente en Córdoba y Santa Fe.

Para identificar las principales empresas posicionadas en el rubro, acudimos a la tabla proporcionada por el CEP (Centro de Estudios para la Producción):

| Segmento             | Rubros             | Principales empresas                                                                                                     | Grado de concentración |
|----------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Calzado deportivo    | <i>Performance</i> | Adidas, Nike, VDA (filial de Vulcabrás), Fila, Umbro, Unisol, Alpargatas Calzados, Penalty, Perchet (del grupo Paquetá). | AC                     |
|                      | De tiempo libre    | Gaelle, Oxigeno Shoes, Converse, Merrell                                                                                 | MC                     |
| Calzado no deportivo | De vestir          | Grimoldi, Boating, Gravagna, Farji, Briantino, Only Cuer, Tosone, Giorgio Beneti, Lady Stork                             | MC                     |
|                      | Para niños y bebés | Plumitas, Titanitos, Arians, Calzados Ferli, Marcel Gándara, Toot, Hey Day                                               | MC                     |
|                      | Otros              | Calzados Argentinos, Industrias Contardo, Macsi, Manufatura Argentina de Botas                                           | AC                     |

*Ilustración 4: Empresas líderes según segmento. Fuente: CEP*

Se entiende por AC (Alta Concentración) cuando 6 o 7 empresas poseen el 70 – 80% del mercado, y MC (Mediana Concentración) cuando 6 o 7 empresas controlan el 40 – 50% del mercado.

En Argentina, en la actualidad se calcula que el consumo anual per cápita de pares de calzado es levemente mayor a tres. Esto significa que se venden más de 125 millones de pares al año. Por lo que podemos decir que tuvieron un

notorio crecimiento en los últimos años, dado que como dijimos anteriormente en el 2007 esta cifra rondaba los 117 millones de pares.

Sin embargo, debido al fuerte aumento de los precios de los últimos años, el mercado dejó de crecer al ritmo en que lo venía haciendo (sigue en crecimiento, pero con un ritmo menor) y el consumo de zapatos de alta gama perdió terreno frente a los de mediana y baja gama, favoreciendo a los productos importados de Brasil y China principalmente. Pero debido a las restricciones a las importaciones, la importación de productos se ve dificultada, representando esto una ventaja para Neducal.

El aumento en los precios de la materia prima, principalmente el cuero, podría jugar en contra a la empresa como lo mencionado sobre la leve disminución de calidad. Sin embargo, dado que es un factor que afecta también a la competencia, y que la importación se ve por el momento restringida, sumado a que sólo los productos de alta gama utilizan cuero, se considera que esto no sería una traba para el crecimiento en el corto plazo de la empresa. Además teniendo en cuenta que las empresas que venden zapatos de alta gama tienen una imagen y posicionamiento tal que pueden permitirse poner muy altos precios y tener su target de clientes dispuestos a pagar dichos precios elevados para obtener un zapato de marca y con un buen diseño y calidad, se considera que la empresa en el corto plazo tiene posibilidades de crecimiento.

En el largo plazo podría verse limitada debido a los productos importados de precio inferior, sumado a la incertidumbre al no tener un contrato de exclusividad (como lo tiene actualmente, lo que le garantiza un volumen mínimo de ventas elevado mensual). Se estima que a largo plazo dependerá de las medidas del gobierno en cuanto a la restricción de importaciones, sumado a la situación económica del país en general, que influirá en el PBI per cápita, es decir en el ingreso de la gente y por lo tanto en lo que estén dispuestos a pagar por un bien no básico como lo es un zapato.

## ANÁLISIS FODA

En el siguiente análisis FODA se presentan las características internas y externas de la empresa. En las fortalezas se analizan los factores positivos con los que cuenta la compañía y que hay que reforzar. Las oportunidades son aquellos aspectos de la situación externa que son beneficiosos para la empresa y de los cuales se puede sacar provecho. Por otro lado, las debilidades son los factores negativos propios de la organización, los cuales se tienen que tratar de reducir o eliminar por completo. Finalmente, en las amenazas se analizan los aspectos del entorno

### Fortalezas

- Equipo de trabajo con experiencia ya que el núcleo de la empresa lleva más de 10 años realizando las tareas de confección del calzado.
- Buena reputación en el mercado al haber trabajado satisfactoriamente con marcas importantes.
- Precios de venta menores a los promedios del mercado considerando el nivel de calidad que ofrece.
- Conocimiento del mercado.

### Oportunidades

- Fin de contrato de exclusividad con el único cliente, permitiendo la entrada de nuevos clientes.
- Incertidumbre con las restricciones a las importaciones. Las zapaterías no pueden importar productos libremente. Aumentan las ventas de los proveedores locales.
- Las modas implican en la industria del calzado una gran rotación de productos de calzado

## **Debilidades**

- Espacio limitado en planta. Capacidad productiva usada al límite.
- Resistencia a los cambios.
- Maquinaria antigua.
- Gran cantidad de modelos de zapatos a producir. Los productos varían en cada temporada.
- Un solo cliente desarrollado.
- Hay mucha rotación de empleados al ser trabajadores informales.

## **Amenazas**

- Luego de una década de mucho crecimiento, el mercado se desacelera y no hay buenas perspectivas a futuro.
- El cliente principal va a disminuir su pedido de zapatos.
- Disminución de la calidad de la materia prima a lo largo de los años. El aumento de los costos del cuero hizo que sólo sea rentable utilizar un cuero de menor calidad y costo.
- El cierre de las importaciones genera que la materia prima que antes se importaba ahora se tiene que comprar localmente. Disminuyó la oferta, subieron los precios y empeoró la calidad.
- Incertidumbre con el precio del dólar. El cual es un gran determinante de los costos.

## Matriz FODA

En la Matriz FODA se pueden apreciar las áreas de ataque (en donde se cruzan las fortalezas con las oportunidades) y las áreas de defensa (en donde se cruzan las debilidades con las amenazas). Dichos cruces se representan con una “X”, y demuestran, cuándo se debe concentrar los esfuerzos para capitalizar una situación favorable para la empresa, y cuándo se debe accionar para no estar vulnerable ante una situación desfavorable.

- Áreas de ataque:
  - Termina contrato de exclusividad con cliente actual, se abre la ventana para atraer nuevos clientes. La empresa se ve en una situación favorable ya que tiene buena reputación en el mercado, posee gran experiencia, y además ofrece un precio de venta menor al promedio del mercado.
  - Las restricciones a las importaciones actualmente favorecen a la industria nacional, y tener una buena reputación en el mercado impulsa a acaparar market share. Si no estuvieran estas trabas a las importaciones, los clientes muy probablemente acudirían a calzado proveniente de Brasil o China (precios más competitivos)
- Áreas de defensa:
  - Dado que la empresa solo tiene un cliente desarrollado (por contrato de exclusividad), y el mismo está disminuyendo su demanda, la rentabilidad de la empresa se ve cada vez más comprometida.
  - Cuando se termine el contrato de exclusividad, Neducal SA se verá forzado a buscar clientes nuevos, en un mercado cuyo crecimiento parece estancarse.



*Ilustración 5: FODA*

## **ANÁLISIS FUERZAS DE PORTER**

El análisis de las cinco Fuerzas de Porter consta en observar la posición de la empresa respecto a varios sectores del mercado: los clientes, los proveedores, los nuevos ingresantes, los competidores y los nuevos ingresantes. El análisis sirve para comprender a la industria y así poder determinar una las ventajas competitivas y plantear las estrategias operativas.

### **Clientes**

- Al tener un único cliente, este tiene un gran poder de negociación pero a su vez, hay un contrato entre las partes con lo cual se garantiza la exclusividad a cambio de una compra mínima de 60.000 pares por temporada.
- No existen cadenas de zapaterías de mucho mayor tamaño que la de su cliente. Al perder la exclusividad con su histórico cliente, Neducal pasa a tener una posición más dominante frente a zapaterías chicas que serían sus nuevos clientes.

### **Proveedores**

- Hay una gran cantidad de proveedores ya que son muchas y muy diversas las materias primas necesarias para la producción de los zapatos: cueros, tacos, plantillas, hormas, pinturas, pegamento, cajas, etc.
- Los cueros los negocia su cliente ya que al también comercializar otros productos de cuero como carteras y cinturones, consigue mejores precios al pedir en cantidad. Esto es beneficioso desde el punto de vista del precio pero muchas veces la calidad del cuero es menor a la esperada.
- El precio del cuero subió mucho en los últimos años. Al estar ligado al precio del dólar, hay mucha especulación y no se hacen entregas en grandes cantidades.

- El proceso de armado se realiza en alrededor de 10 talleres. A veces es complicado conseguirlos ya que es un trabajo nómada. Si no se les da trabajo constantemente, los trabajadores cambian de oficio.
- Se puede decir que esta es la fuerza en la que Neducal está en mayor desventaja ya que no posee mucho poder de negociación ya que los proveedores están en una posición más dominante.

### **Competidores**

- Existe una gran cantidad de talleres que fabrican calzado artesanal. No hay fabricantes demasiado grandes. La mayoría de las fábricas son PyMEs.
- En los productos de gama media hay una fuerte competencia de empresas del exterior, con los que se está perdiendo cada vez más terreno.
- Mientras no abran las importaciones, Neducal mantiene una buena posición respecto a la competencia. Tiene muchos años en el mercado, tiene una alta capacidad de producción y posee precios muy competitivos para el producto que ofrece.

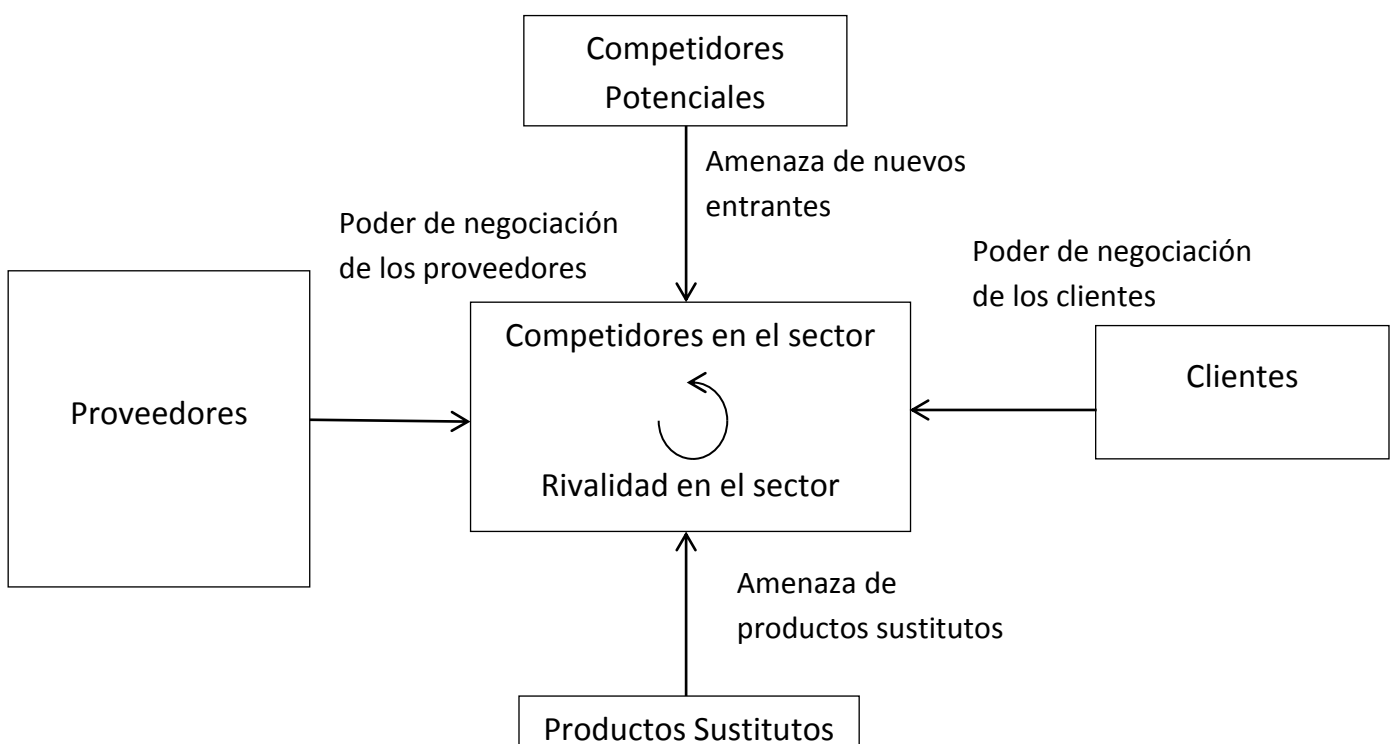
### **Nuevos Entrantes**

- La amenaza de entrada de nuevos competidores no es demasiado grave. La mayoría de los fabricantes de calzado artesanal están en el mercado desde hace mucho tiempo.
- Las barreras de entrada son medianamente altas ya que se requiere de maquinaria y mano de obra muy especializada para cada etapa del proceso y se requiere de mucho capital.
- Neducal, al ser una empresa reconocida dentro del rubro, tiene una posición fuerte frente a los nuevos entrantes.

## Productos Sustitutos

- Los zapatos tienen varios productos sustitutos. Los códigos de vestimenta están cambiando y es cada vez más común ver a gente en zapatillas deportivas en ocasiones donde en el pasado sólo se hubiese usado algún zapato formal.
- Las alpargatas en los últimos años se pusieron de moda y llegaron a reemplazar a los zapatos informales en el uso diario.
- El uso de ojotas fuera de una situación de playa también es algo cada vez más común.
- Los zapatos van cediendo terreno a lo largo del tiempo frente a sus alternativas más informales.

Como conclusión se puede determinar que la fuerza de los proveedores es la más relevante por lo mencionado anteriormente. En la cruz de Porter que se ve a continuación, se representa su importancia en comparación con el resto de las fuerzas a través del tamaño en que es representada. Esto nos indica que en el proyecto hay que hacer un análisis profundo de la forma en que la empresa maneja sus stocks de insumos ya que no cuenta con mucho poder de negociación y está en una posición débil.



## RELEVAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO

### Producto

Los zapatos se hacen en un proceso de tipo batch. El proceso es un sistema push ya que si bien se produce a pedido y de acuerdo a la cantidad demandada de cada modelo por el cliente, se planifica y divide la producción según “tareas”. Cada tarea es de 36 zapatos de un mismo modelo y color pero de diferentes talles. Esto genera entregas condicionadas por los tiempos de los batch de producción.

En las primeras etapas del proceso, cada tarea se va trasladando dentro de una bolsa. El primer operario, quien se encarga del proceso de corte, recibe una planilla con la tarea que tiene que producir. Una vez completada su tarea, el operario corta un troquelado de la planilla, el cual se lo guarda y el resto de la planilla la coloca junto a la tarea ya completada.

En las etapas intermedias del proceso (luego del armado, donde ya el zapato va cobrando forma) las tareas se trasladan en carritos donde se colocan los 36 pares de zapatos. Los empleados cobran por par elaborado, es por eso que guardan el papel troquelado con los datos de las tareas ya hechas ya que es ese el comprobante de la cantidad de pares hechos por él.

### Proceso Productivo

La siguiente descripción del proceso productivo es sobre un zapato que lleve suela de cuero y una base. No importa qué modelo en particular ni de qué materiales está compuesto. Los zapatos de este estilo pasan por todas las etapas del proceso productivo, es por eso que nos parece el más adecuado para explicar todas las operaciones de la fabricación de un par de zapatos, tal como Claudio López, una de las cabezas de la empresa, quien nos recibía en las visitas a la planta, nos explicó sobre las etapas de fabricación. La fabricación del resto de los modelos siempre comparte las operaciones que este tipo de zapato que tomamos para describir. Este estilo de zapatos sólo representa el 20% de las

ventas. En el siguiente capítulo se hace un análisis ABC de los diferentes tipos de productos y cómo difiere en el proceso de producción cada producto.

El proceso de la fabricación del calzado comienza con la recepción del cuero.

Al cuero se lo corta a mano. Se utiliza una herramienta similar a una trincheta y se lo corta sobre unas mesas especiales de acuerdo a plantillas de corte correspondientes a cada parte de cada modelo y de cada talla. Durante el corte se trata de que las piezas cortadas no contengan imperfecciones propias del cuero y se trata de aprovechar al máximo la superficie de cuero a cortar.



*Ilustración 6: Cortado del cuero. Fuente: Video promocional de la empresa.*

Una vez cortado, si el cuero tiene un espesor con el que resulta difícil trabajar, se lo rebaja hasta lograr el espesor adecuado. Esto se hace con una máquina que reduce el espesor de los bordes del cuero.

A los cortes de cuero que requieran tener pliegues se los coloca en la máquina de cambrado, la cual otorga la forma adecuada, doblando el cuero y estirándolo aplicándole calor.

A los cortes de cuero se les pega un contrafuerte y en caso de ser necesario, una puntera. Esto le otorga rigidez en las zonas más solicitadas, el talón y la punta. Tanto el contrafuerte como la puntera vienen con un adhesivo que se activa con calor. Esto se hace en una máquina en la cual se colocan las

piezas en una bandeja circular que va rotando lentamente y expone a las piezas al calor, activando el pegamento para facilitar el pegado.

Las piezas de cuero se mandan a distintos talleres de aparados. El aparado es el proceso de unir los cortes de cuero, generalmente con costuras. La tarea del aparado es muy similar a la de una costurera. Este proceso se terceriza en alrededor de 10 talleres ya que esta tarea requiere de mucha cantidad de mano de obra especializada.

Una vez devueltas las piezas ya aparadas del taller, sigue el proceso de armado. Durante el armado se junta la capellada (la parte del zapato que cubre la cara externa del pie) con la plantilla. Esto se hace sobre una horma (molde con forma de pie) propia de modelo y del talle, dándole la forma adecuada.



*Ilustración 7: Horma de zapato.*

La capellada se puede juntar con la plantilla por dos métodos distintos:

- Pegarla y reforzarla manualmente con clavos temporalmente.
- Máquina que dobla y adhiere el cuero a la plantilla.



*Ilustración 8: Clavado de la capellada la plantilla. Fuente: Video promocional de la empresa.*

Una vez ya pegadas estas partes, se procede a lijar y rayar la planta del pie para generar una superficie rugosa a la cual se le pueda aplicar pegamento.

Una vez aplicado el pegamento al zapato, no se lo pega con la otra parte de inmediato. Se lo deja un tiempo en reposo para que el pegamento sea absorbido por los materiales y tenga una buena adherencia. Posteriormente, en el momento que sea necesario pegarlo, se reactiva el pegamento con calor.

La primera etapa de pegado es contra una base, ya sea una plataforma o algún tipo de taco. Si se le coloca un taco muy alto puede ser que sea necesario atornillar el taco al zapato. Si no, en la mayoría de los casos, para mejorar el pegado se utilizan varios métodos:

- Una máquina presiona el zapato contra la base para que se pegue bien.
- Se coloca en una máquina que genera vacío y colabora con el mejor pegado de las piezas.
- Se le dan golpes manualmente para que se adhiera bien.

Paralelamente se hacen las suelas de los zapatos. Este proceso comienza con el corte de cueros de la forma y talla de la suela de cada zapato. El corte se hace sobre un cuero grueso al que se lo cementa para darle la rigidez necesaria. A la suela se la graba con un sello.

Se pega la suela a la base del zapato reactivando el pegamento con calor.



*Ilustración 9: Operario golpeando la suela para lograr un mejor pegado. Fuente: Video promocional de la empresa.*

Si el tipo de base lo permite, se realiza una costura entre la suela y el zapato. Si no, simplemente se adhiere con el pegamento.

A la suela luego se le remueven los bordes sobrantes para que quede con la forma del zapato.

Al fondo de la suela se lo pule y se le da la terminación adecuada manualmente.

Si es necesario, a la suela se le agrega un taco, que se pega y se clava a la suela (si es un taco de mucha altura también lleva un tornillo).

Hay modelos de zapatos que no llevan suelas de cuero sino que llevan una base (ya sea “plataforma” o simplemente suela) de goma. El proceso de pegado con el resto del zapato es el mismo.

Finalmente el zapato va al sector de acabado, donde se le agrega la plantilla, se lo revisa y se le realiza cualquier retoque que sea necesario para dejarlo en óptimas condiciones. También se le aplican tinturas y pomadas y se corrige cualquier imperfección que tenga el zapato.

Una vez terminado el par de zapatos, se los empaca en las cajas correspondientes, se etiquetan las cajas y se almacena para posteriormente entregárselo al cliente.

Se realiza un viaje diario con las entregas al cliente. El viaje se hace con una camioneta donde pueden llegar a caber hasta 1.200 pares de zapatos. Las tareas a producir se planifican de modo que el cliente vaya recibiendo una variedad de productos para poder ofrecer una gama variada de productos a sus clientes.

Anteriormente, se describieron todas las operaciones a las cuales puede ser sometido un zapato durante su fabricación, pero realmente puede haber cuatro caminos diferentes para producir los zapatos. Lo que determina con qué proceso se produce cada modelo son los materiales con los que se fabrica el mismo, y no depende necesariamente del estilo de zapato.

Los zapatos con fondo de suela de cuero tienen unas etapas adicionales en su producción, la del corte del cuero en forma de suela y el cementado que prepara su pegado.

Los zapatos que llevan base (algún tipo de plataforma o taco) necesitan una etapa de pegado adicional.

En la siguiente tabla se muestra por qué etapas atraviesa la producción de los zapatos según sus materiales:

|                                   | Fondo de<br>goma con base | Fondo de<br>goma sin base | Fondo de<br>suela con base | Fondo de<br>suela sin base |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Recepción y Almacenamiento</b> | X                         | X                         | X                          | X                          |
| <b>Corte</b>                      | X                         | X                         | X                          | X                          |
| <b>Cambrado</b>                   | X                         | X                         | X                          | X                          |
| <b>Frisa</b>                      | X                         | X                         | X                          | X                          |
| <b>Dividido</b>                   | X                         | X                         | X                          | X                          |
| <b>Contrafuerte</b>               | X                         | X                         | X                          | X                          |
| <b>Aparado</b>                    | X                         | X                         | X                          | X                          |
| <b>Armado</b>                     | X                         | X                         | X                          | X                          |
| <b>Clavado de plantilla</b>       | X                         | X                         | X                          | X                          |
| <b>Rayado y Lijado</b>            | X                         | X                         | X                          | X                          |
| <b>Corte y Marcado de Suela</b>   |                           |                           | X                          | X                          |
| <b>Cementado</b>                  |                           |                           | X                          | X                          |
| <b>Pegado de Base</b>             | X                         |                           | X                          |                            |
| <b>Pegado de Suela</b>            |                           | X                         | X                          | X                          |
| <b>Terminado de Suela</b>         |                           |                           | X                          | X                          |
| <b>Acabado</b>                    | X                         | X                         | X                          | X                          |
| <b>Empaquetado</b>                | X                         | X                         | X                          | X                          |

A continuación se puede observar el diagrama de proceso de producción del zapato (con fondo de suela y base):

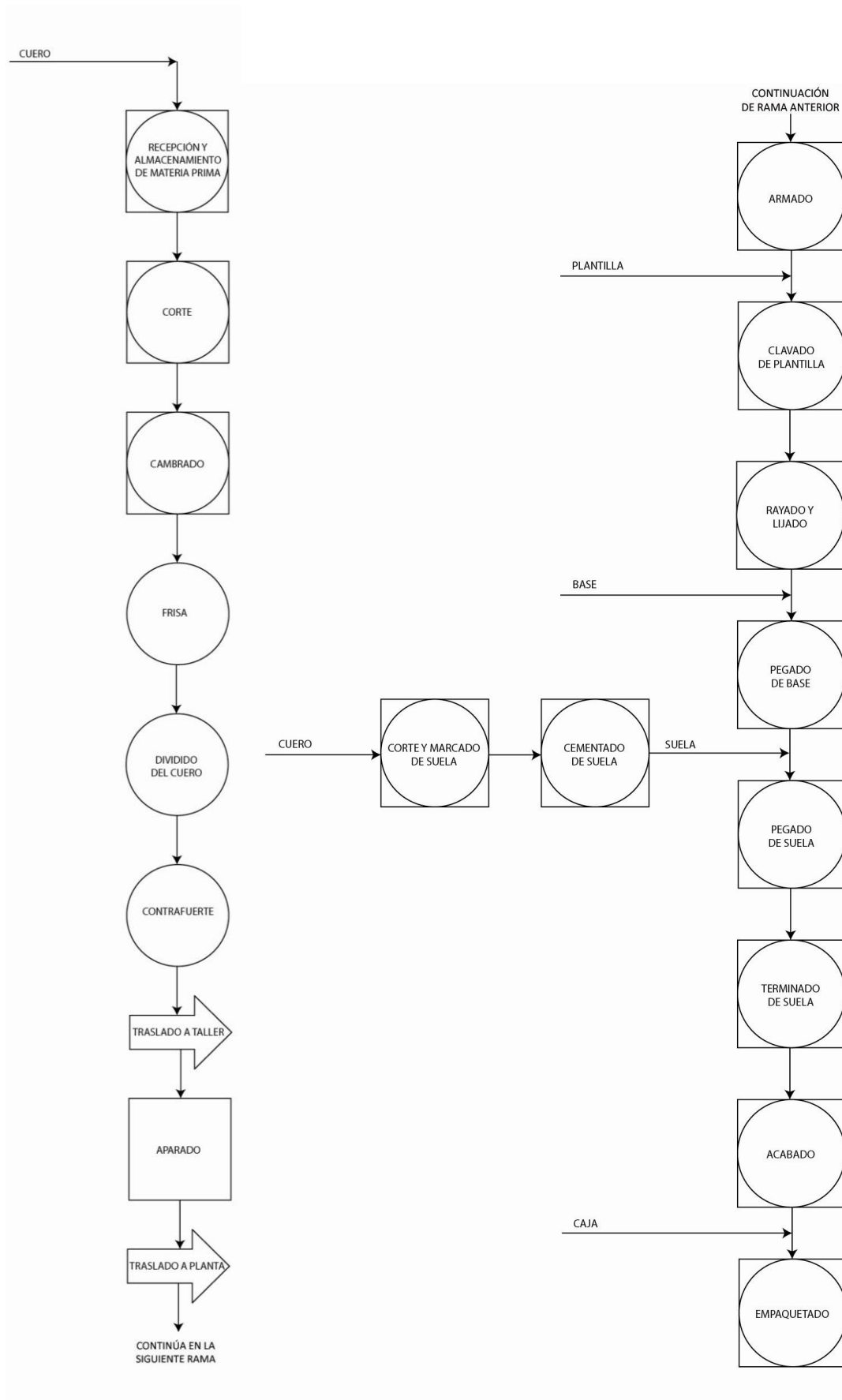


Ilustración 10: Proceso de fabricación del calzado.

La empresa proporcionó datos de los ritmos de trabajo aproximados en cada etapa del proceso, que ellos utilizan hacer el balanceo de línea.

| <b>Operación</b>             | <b>Capacidad<br/>(tareas por día por operario)</b> | <b>Cantidad de operarios</b> |
|------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Corte</b>                 | 1,5                                                | 14                           |
| <b>Cambrado</b>              | 6,5                                                | 3                            |
| <b>Armado</b>                | 1,5                                                | 14                           |
| <b>Lijado</b>                | 10                                                 | 2                            |
| <b>Corte de Suelas</b>       | 10                                                 | 2                            |
| <b>Cementado</b>             | 10                                                 | 2                            |
| <b>Pegado</b>                | 2                                                  | 10                           |
| <b>Terminación de Suelas</b> | 3                                                  | 6                            |
| <b>Acabado</b>               | 3                                                  | 6                            |
| <b>Empaquetado</b>           | 10                                                 | 2                            |
| <b>Total</b>                 |                                                    | <b>61</b>                    |

Actualmente, lo que limita a la producción son las ventas. El único cliente de la empresa, con el que tienen exclusividad, realiza pedidos menores a la capacidad productiva de la planta.

Dentro de la línea de producción, la operación que por momentos causa demoras es la de aparado. Esto se debe a que se realiza en varios talleres externos que muchas veces están ocupados trabajando para otras plantas de calzado. Esto no es un problema demasiado importante ya que con sólo ofrecer pagar más se consigue que los talleres de aparado prioricen la producción propia o se consigan nuevos talleres dispuestos a producir para uno.

Dentro de la planta hay maquinaria suficiente para producir lo demandado y la mano de obra es lo suficientemente flexible como para poder incorporar operarios en los periodos que sean necesarios.

## ESTUDIO DE LAY- OUT

La planta cuenta con dos pisos de 20mx50m de dimensión. La empresa posee, en el terreno vecino a la fábrica, un galpón de 350m<sup>2</sup> que actualmente está en desuso y está disponible para ser utilizado como depósito en el caso en que sea necesario.

En la Planta Baja, el flujo del proceso de la línea artesanal tiene forma de U. Dentro de esa U se encuentra la línea industrializada, que también tiene una disposición en U pero más pequeña.

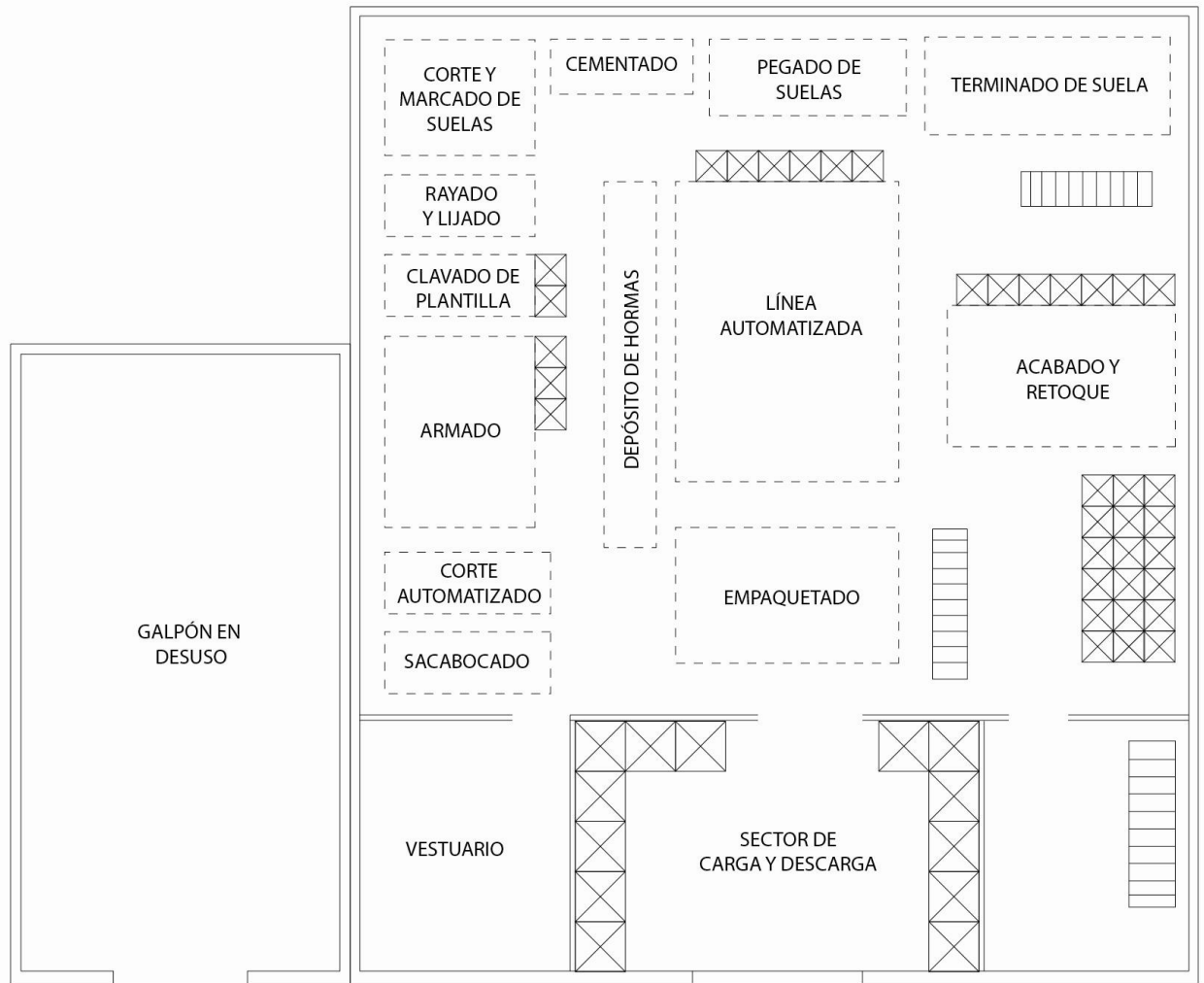
En la Planta Alta se realizan los primeros procesos de la fabricación de los zapatos. Luego, la producción sigue en el piso inferior. Para el traslado de materiales entre un piso y otro hay una cinta transportadora y una escalera angosta por la cual también se suben y bajan materiales.

Las instalaciones de la planta están distribuidas por proceso, donde los lotes de productos se van desplazando por cada sector productivo.

Hay una gran cantidad de modelos de zapatos distintos y por más que haya procesos en común para todos los modelos, en muchos casos algunos modelos no necesitan de todos los procesos, por lo que no todos los zapatos tienen el mismo recorrido durante su producción.

A continuación se observa a modo de esquema la disposición de los diferentes sectores productivos de la fábrica en su Planta Baja y Planta Alta respectivamente. Los diagramas no están hechos a escala pero respetan las proporciones del tamaño de cada sector. Los cuadrados con cruces representan los stocks. Tanto de materia prima como de producto en proceso y producto terminado.

## PLANTA BAJA



*Ilustración 11: Planta Baja*

## PLANTA ALTA

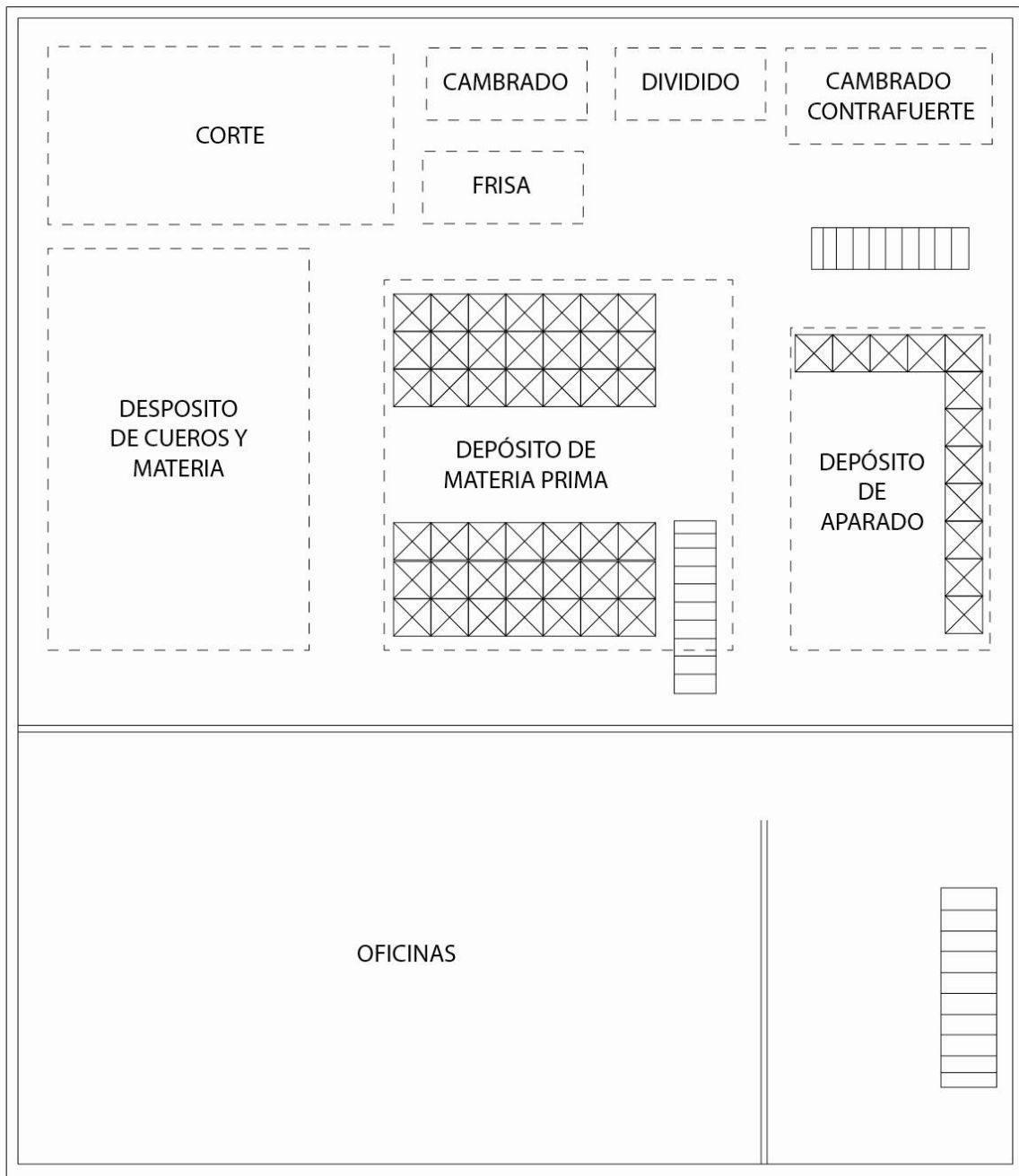


Ilustración 12: Planta Alta

Los procesos y maquinarias están distribuidos de la siguiente manera:

**Planta Alta:**

- Almacén de materia prima: Está dividido en dos sectores. En uno se almacenan los cueros y los materiales que se utilizan para armar la capellada del zapato y su forro interno. En el otro sector se almacenan plantillas, tacos, hebillas y demás accesorios. La técnica de almacenamiento en estos depósitos es a través del sistema de estantería selectiva, sin embargo parte de la materia prima también se encuentra apilada en cajas, siguiendo el sistema de bloques.
- Corte: Hay 14 mesas de corte donde cada operario tiene su tablero y realiza el corte de manera manual con las herramientas que tiene a disposición.
- Rebajado/dividido: Hay una máquina para cada proceso. Sus funciones son similares entre sí. La máquina de rebajado reduce el grosor de los bordes del cuero. La máquina de dividido reduce el grosor del corte entero de cuero.
- Pegado de puntera y contrafuerte: Esto se hace en el sector de “frisa” y “contrafuerte”. Hay una máquina de frisa que se usa para colocarle la puntera al corte de cuero y otra dos de cambrado y contrafuerte que lo que hace es pegar el contrafuerte darle la forma que merece el zapato en la parte del talón. Tanto la puntera como el contrafuerte son refuerzos textiles que le otorgan rigidez al zapato.
- Cambrado: Son dos máquinas que mediante calor y estiramiento, le generan las curvas a los zapatos.
- Depósito de aparado: Los lotes (tareas) de las piezas de cuero ya procesadas se depositan en este sector en bolsas que luego son enviadas a los distintos talleres de aparado. En este mismo sector se almacenan los productos ya aparados.

**Planta Baja:**

- Recepción de materias primas: En la entrada vehicular de la fábrica se reciben todos los insumos. A excepción de las cajas de los zapatos, las cuales quedan almacenadas desarmadas en el sector de carga y descarga, el resto de los materiales se envían al depósito correspondiente del piso superior.
- Envío y recepción de piezas a aparar: En el sector de carga y descarga se envían y reciben varios lotes diarios a los talleres de aparado en donde se terceriza este proceso.
- Corte/Sacabocado: Hay 5 máquinas en total. Su función es la de cortar las piezas de cuero de forma semi-automatizada. Consiste en un balancín que corta las piezas de cuero ejerciendo fuerza sobre un molde de corte. Se utilizan distintos sacabocados para cada pieza de cada modelo. Es la misma tarea que se realiza en la Planta Alta pero de manera mecanizada. Se las utiliza para pocos modelos de zapatos. Principalmente para aquellos que son producidos en la línea automatizada.
- Armado: Varios operarios, de forma totalmente manual realizan la tarea del armado del zapato. Trabajan sentados y por lo general cuando clavan la capellada a la plantilla interna del zapato lo hacen sobre su regazo, teniendo en una mesita individual los clavos y sus herramientas de trabajo.
- Depósito de hormas: Son jaulas en donde se encuentran los modelos de hormas que se utilizan a lo largo de la temporada. Están separadas por modelo de horma pero no por talle.
- Corte de suela: Hay dos máquinas. Funcionan con el mismo principio de las máquinas de corte mencionadas anteriormente. Se ejerce de manera mecánica una fuerza sobre un sacabocado con la forma de la suela y se obtienen las suelas de cuero. Posteriormente, a las suelas por lo general se le realiza un grabado de forma manual.
- Pegado de suela y base: Comienza inicialmente en el sector de Cementado. Aquí se le coloca el pegamento a las suelas manualmente y se las deja reposar en las torres de secado. Hay varias máquinas que activan el pegamento con calor. El pegado de la suela al resto del zapato

se realiza tanto en forma manual como con la ayuda de máquinas. Hay dos máquinas llamadas “lavarropa” que juntan las piezas al generar vacío y otras dos máquinas de prensa que pegan las partes ejerciendo fuerza.

- Terminado de suela: En este sector hay 6 máquinas. Dos de ellas tienen la función de cortar los bordes que sobran de las suelas. El resto de las máquinas son para darle la terminación necesaria a las suelas mediante un pulido y otras para colocar los tacos.
- Acabado: En el sector de Acabado y Retoque hay varias mesas donde los operarios revisan los zapatos ya casi terminados y corrigen defectos, lustran y dan la terminación final necesaria y colocan los cordones en aquellos zapatos que sean acordonados.
- Empaque: Aquí se reciben las tareas de los productos terminados y se los coloca en las cajas y se etiquetan según corresponden. Se atan las cajas en paquetes de 6 y se envían al depósito.
- Almacén de producto terminado: En el sector de Carga y Descarga se almacenan los productos listos para ser enviados a los clientes. Las cajas se apilan en los costados del depósito y diariamente son enviadas al cliente.
- Envío de producto terminado: Se realiza el envío diario en una camioneta con capacidad para aproximadamente 800 pares. La capacidad varía según el tamaño de las cajas, por lo cual durante la temporada invernal, cuando se hacen botas, entran menos pares dentro de la camioneta.

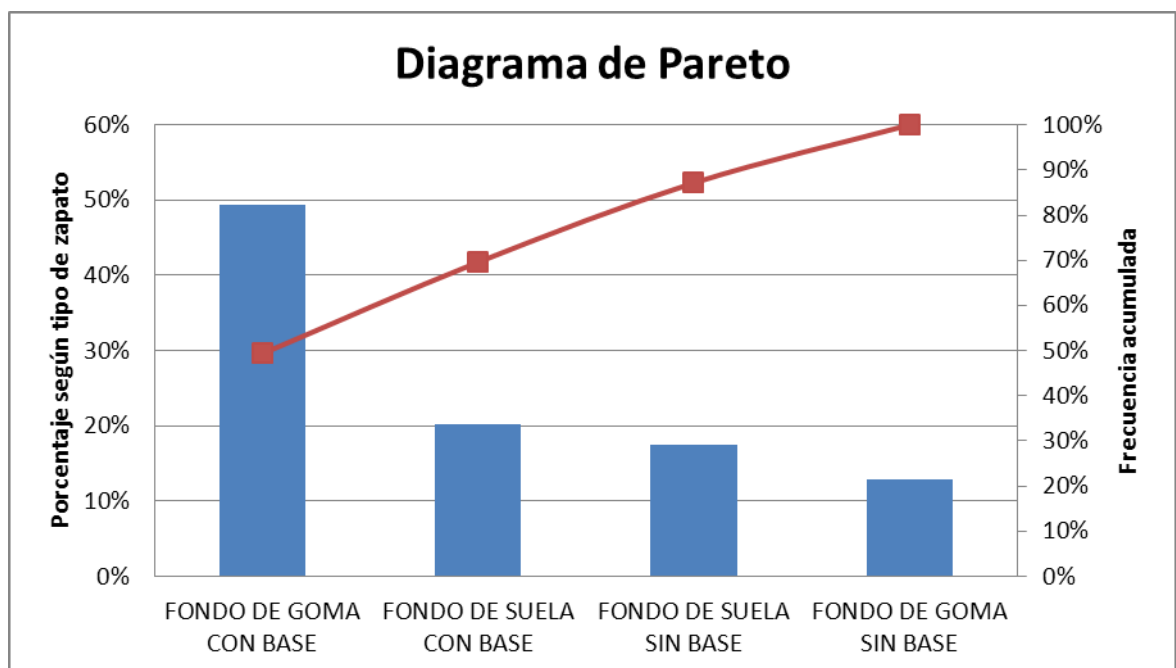
## ABC de productos

Debido a que existe una amplia gama de zapatos y el proceso de producción no es siempre idéntico, mediante un análisis ABC se determina qué proceso hay que priorizar para analizar su flujo de materiales.

Ya observamos en el capítulo anterior que hay cuatro caminos diferentes para producir los zapatos y que lo que determina con qué proceso se produce cada modelo son los materiales con los que se fabrica.

Al hablar con la gerencia se obtuvo los datos de las ventas del último año según el modelo y de acuerdo a los materiales de cada modelo se los separó en las cuatro clasificaciones mencionadas anteriormente.

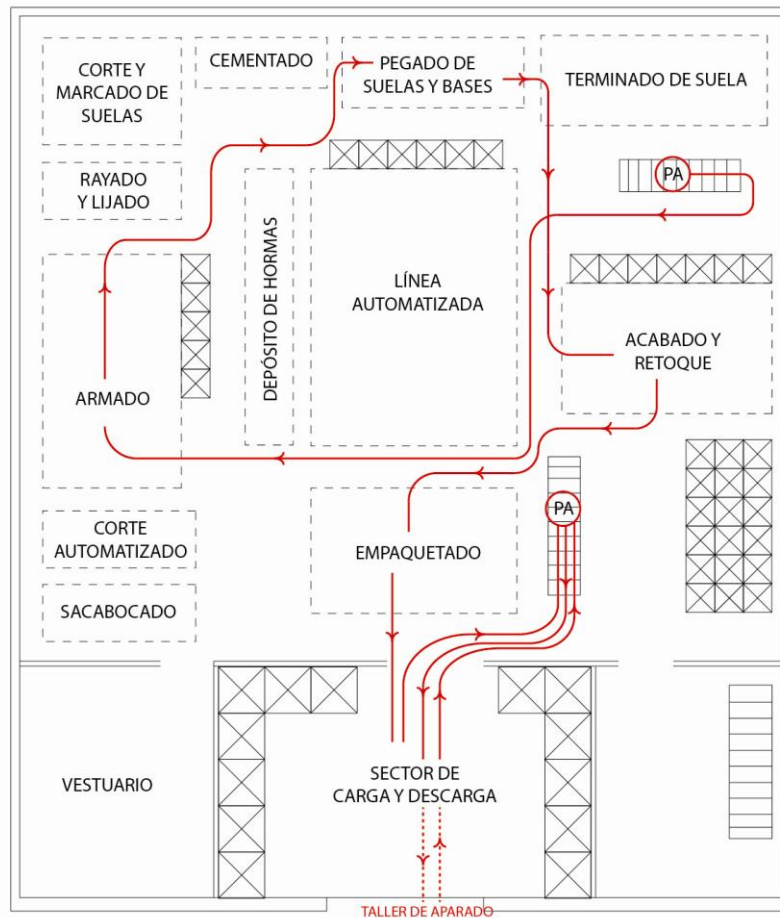
Con estos datos se realizó el siguiente diagrama de Pareto, en donde se puede observar que los zapatos que tienen una base y tienen fondo de goma son ampliamente los más producidos y dónde hay que priorizar el análisis.



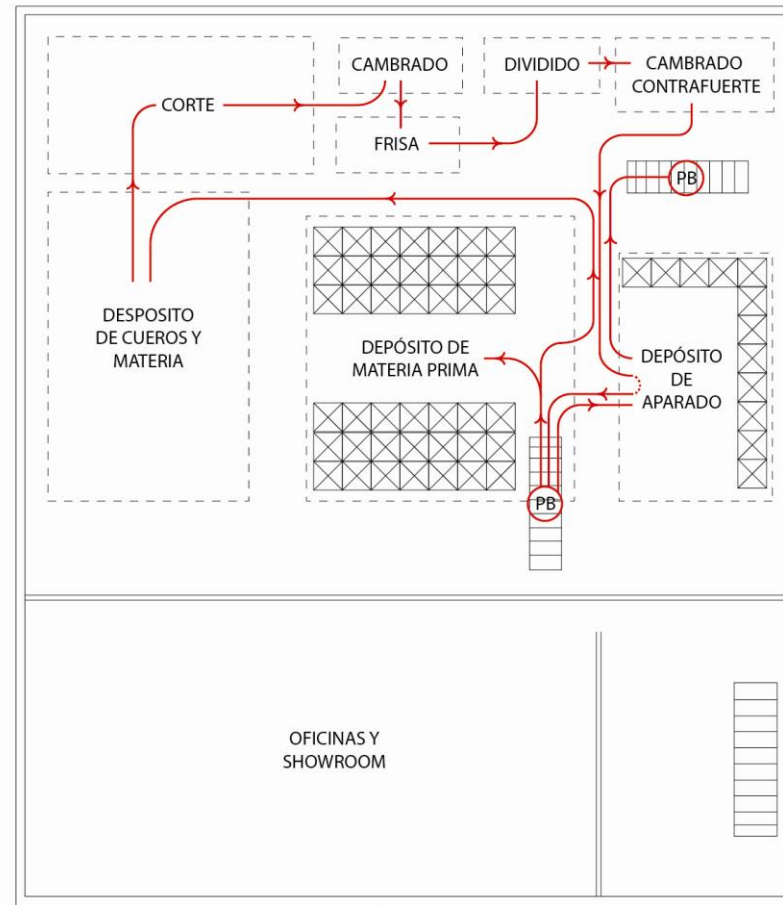
*Ilustración 13: Diagrama ABC de los productos.*

A continuación se puede observar el flujo de materiales para la fabricación de un modelo de zapato con base y suela de goma, el más importante, según el análisis anterior:

**PLANTA BAJA**



**PLANTA ALTA**



## Propuesta de Mejora:

Se analizó el lay-out actual con el fin de reorganizar y mejorar la disposición de las instalaciones.

Principalmente, se tuvo en cuenta lo siguiente, incluyendo los 6 principios básicos de la distribución en planta:

- El flujo de los materiales y su distancia recorrida para minimizar el recorrido de materiales.
- Reducir al mínimo el traslado de materiales de un piso a otro.
- Respetar el orden de las operaciones y evitar retrocesos en el flujo.
- Darle un uso óptimo al espacio disponible, tanto de forma horizontal como en vertical.
- Tener flexibilidad en la capacidad productiva, tanto para variar la cantidad de mano de obra como la de maquinaria en uso.
- Mejorar la comodidad, la satisfacción y la seguridad de los trabajadores.
- Minimizar las inversiones a realizar.

Para el análisis se tuvo en cuenta la disponibilidad del galpón vecino a la planta considerando que al aprovecharlo se puede generar una mejora.

Dentro del análisis se tuvo en cuenta los siguientes ocho factores de Muther: Materiales, Maquinaria, Mano de Obra, Movimiento de Materiales, Almacenes y Demoras, Servicios Auxiliares, Edificio y la Flexibilidad.

**Materiales:** Hay una gran variedad de materiales que terminan conformando los distintos modelos de zapatos, pero para el análisis de la disposición de las instalaciones, los únicos que terminan interesando son los materiales de la base y la suela de los zapatos, los cuales determinan las operaciones en la producción.

**Maquinaria:** Se está haciendo el análisis sobre la línea artesanal de producción. Las operaciones que necesitan de maquinaria son pocas. Hay máquinas en los sectores de: cambrado, frisa, dividido, contrafuerte, corte de

suela, pegado y terminado de suela. Son todas máquinas muy básicas, de simple funcionamiento. Ninguna de las máquinas es de última generación y no están plenamente automatizadas.

Si fuese necesario y se buscaran cambios más profundos, se puede hacer un estudio máquina por máquina y compararlas con los últimos modelos disponibles en el mercado. Hay máquinas nuevas que son capaces de reemplazar algunas tareas de los operarios, sin perder el componente artesanal de la fabricación. Nuestra intención es en un comienzo proponer cambios simples de aplicar pero efectivos, que no requieran de demasiada inversión, pero existe la posibilidad de realizar este tipo de estudios para cambiar la maquinaria y aumentar la productividad, reduciendo la mano de obra y aprovechando mejor los espacios.

**Mano de Obra:** Para mejorar el confort y la seguridad de los trabajadores sería importante aumentar el espacio de los pasillos, tanto desde el rediseño de cada sector como reduciendo los stocks intermedios que ocupan lugar y cambiando las estanterías para aprovechar mejor los espacios.

En la actualidad no se respeta el requerimiento de elementos extintores de fuego que establece la Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Ley Nº 19.587). Hay tres matafuegos en la Planta Baja (uno en el sector de carga y descarga, uno dentro del sector de la línea automatizada y otro en el fondo cerca del área de pegado) y dos en el piso superior (uno en el depósito y otro en el fondo, entre el sector de corte y de cambrado). Los matafuegos no están debidamente colocados y señalizados. Lograr mejoras en estos aspectos es importante y bastante fácil de lograr.

**Movimiento:** En la planta no hay movimiento de maquinaria ni de mano de obra. Los únicos movimientos son de materia prima y de producto en proceso.

El principal objetivo con el cambio de lay-out es reducir el manejo innecesario de los materiales. Para esto se mantiene el modelo de circulación en “U” pero se reordenaran los sectores productivos para reducir las distancias de traslados y reducir los movimientos de materiales de un piso al otro. Se busca

que el flujo de materiales sea en un sólo sentido, en distancias cortas y que no sea necesario subir y bajar materiales por la escalera si se tiene la cinta transportadora entre los pisos.

**Almacenes y Demoras:** El problema del espacio en los pasillos mencionado anteriormente se soluciona reduciendo el material en espera y mejorando el sistema de racks de los zapatos en proceso y las estanterías donde se guardan las hormas.

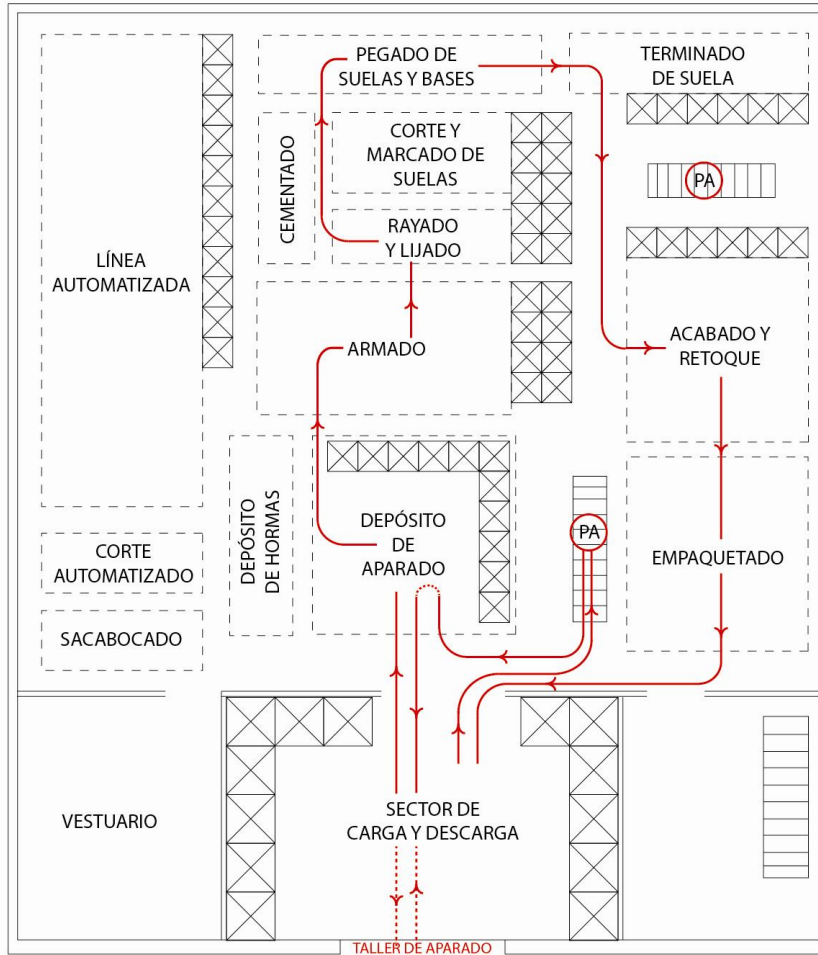
**Servicio:** Dentro del área productiva de la planta, las mejoras a realizar son aquellas relacionadas anteriormente respecto a los matafuegos y mejorar la ventilación en el sector de pegado mediante extractores, ya que en ese sector se utilizan productos que son nocivos para la salud al ser aspirados y actualmente no hay más que un simple ventilador, que es insuficiente para renovar el aire del sector.

**Edificio:** Sobre el edificio no se pretende hacer ningún cambio. El estado del mismo es bastante bueno, las dimensiones son correctas y estructuralmente está bien preparado.

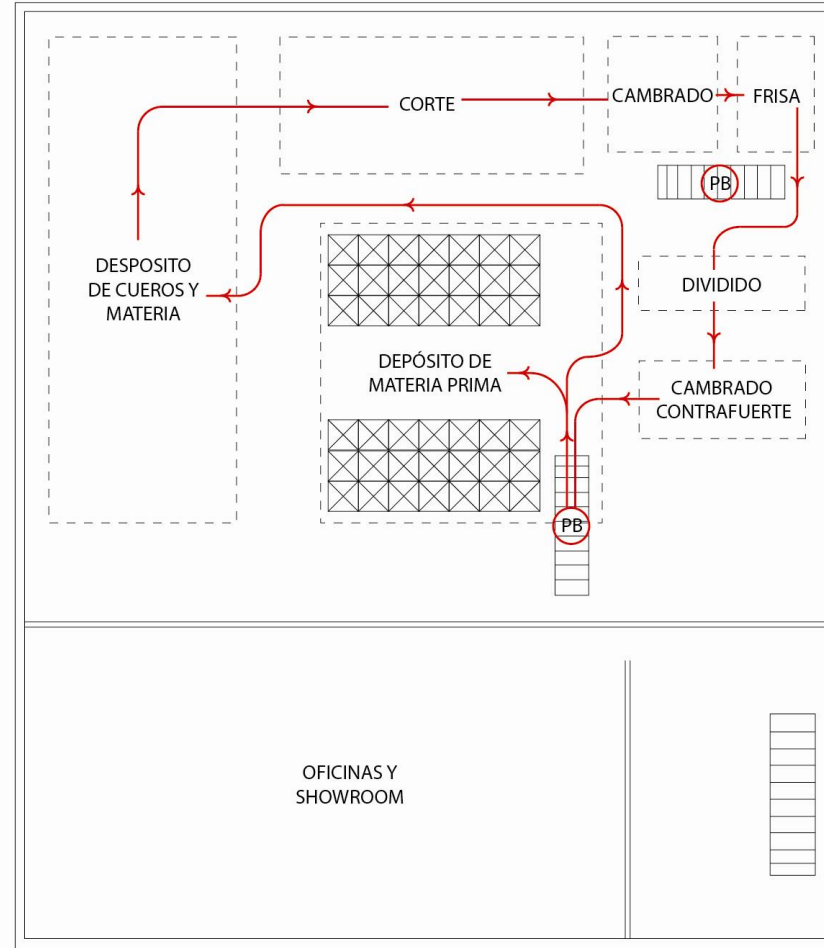
**Flexibilidad:** Con nuestras propuestas de mejoras pretendemos que exista flexibilidad para aumentar o reducir la capacidad productiva, dejando espacio para poder agregar máquinas y en el caso de una nueva redistribución de las instalaciones, que estas no requieran de muchas obras civiles, es por esto que en la nueva propuesta de lay-out, se evitará mudar de lugar aquellas máquinas que ya tienen una fundación estructural especial.

En el siguiente esquema se presentan las mejoras en el lay-out e incorporan el flujo de materiales en la situación propuesta:

### PLANTA BAJA



### PLANTA ALTA



A continuación se puede ver la Matriz de Muther de intensidad de manipuleo (y desde-hasta de distancias interdepartamentales) del layout actual:

|       |              | HASTA    |       |          |       |          |              |              |         |        |             |           |         |           |         |             |
|-------|--------------|----------|-------|----------|-------|----------|--------------|--------------|---------|--------|-------------|-----------|---------|-----------|---------|-------------|
|       | Carga/Desc.  | Depósito | Corte | Cambrado | Frisa | Dividido | Contrafuerte | Dep. Aparado | Armado  | Rayado | Corte Suela | Cementado | Pegado  | Terminado | Acabado | Empaquetado |
| DESDE | Carga/Desc.  | 30 (30)  |       |          |       |          |              | 13 (13)      |         |        |             |           |         |           |         |             |
|       | Depósito     |          | 2 (2) |          |       |          |              |              |         |        |             |           |         |           |         |             |
|       | Corte        |          |       | 2 (2)    |       |          |              |              |         |        |             |           |         |           |         |             |
|       | Cambrado     |          |       |          | 2 (2) |          |              |              |         |        |             |           |         |           |         |             |
|       | Frisa        |          |       |          |       | 3 (3)    |              |              |         |        |             |           |         |           |         |             |
|       | Dividido     |          |       |          |       |          | 2 (2)        |              |         |        |             |           |         |           |         |             |
|       | Contrafuerte |          |       |          |       |          |              | 6 (6)        |         |        |             |           |         |           |         |             |
|       | Dep. Aparado | 13 (13)  |       |          |       |          |              |              | 28 (28) |        |             |           |         |           |         |             |
|       | Armado       |          |       |          |       |          |              |              |         | 2 (2)  |             |           |         |           |         |             |
|       | Rayado       |          |       |          |       |          |              |              |         |        | 2 (2)       |           |         |           |         |             |
|       | Corte Suela  |          |       |          |       |          |              |              |         |        |             | 2 (2,2)   |         |           |         |             |
|       | Cementado    |          |       |          |       |          |              |              |         |        |             |           | 2 (2,2) |           |         |             |
|       | Pegado       |          |       |          |       |          |              |              |         |        |             |           |         | 2 (2,2)   |         |             |
|       | Terminado    |          |       |          |       |          |              |              |         |        |             |           |         |           | 7 (7,7) |             |
|       | Acabado      |          |       |          |       |          |              |              |         |        |             |           |         |           |         | 7 (7,7)     |
|       | Empaquetado  | 3 (4,2)  |       |          |       |          |              |              |         |        |             |           |         |           |         |             |

Tabla 1: Matriz de Muther de la situación actual.

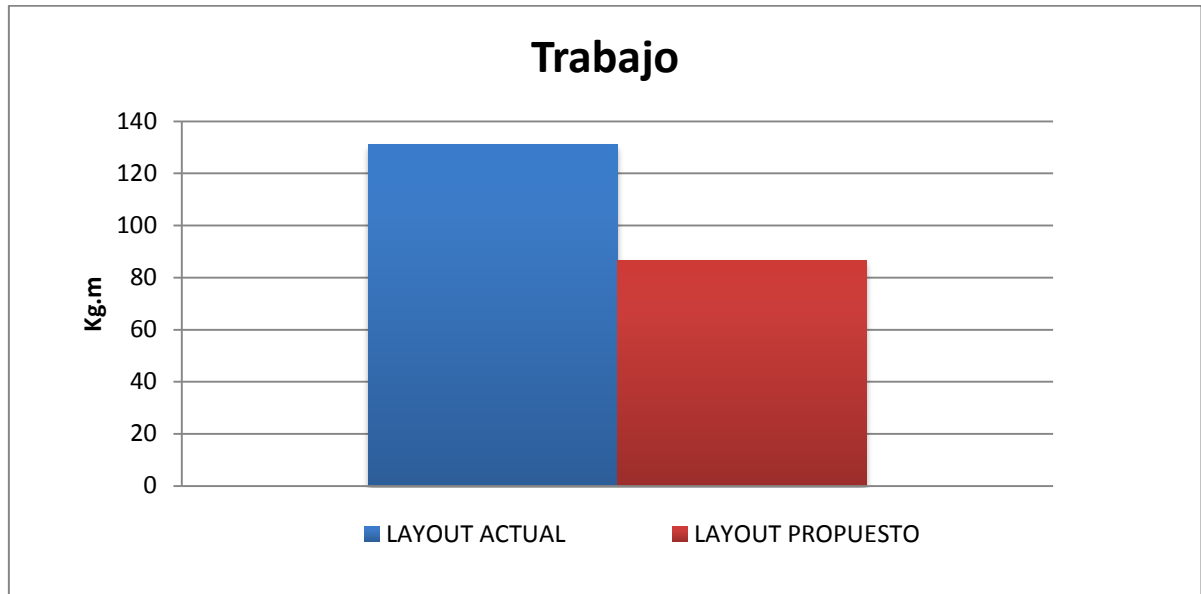
En la matriz anterior y en la siguiente están representadas las distancias en metros y los valores entre paréntesis muestran el trabajo relativo del traslado de materiales entre los sectores.

En la siguiente tabla se ve la Matriz de Muther con la nueva disposición de las instalaciones propuesta:

|              | HASTA       |          |       |          |       |          |              |              |        |        |             |           |         |           |         |             |
|--------------|-------------|----------|-------|----------|-------|----------|--------------|--------------|--------|--------|-------------|-----------|---------|-----------|---------|-------------|
|              | Carga/Desc. | Depósito | Corte | Cambrado | Frisa | Dividido | Contrafuerte | Dep. Aparado | Armado | Rayado | Corte Suela | Cementado | Pegado  | Terminado | Acabado | Empaquetado |
| Carga/Desc.  |             | 30 (30)  |       |          |       |          |              | 3 (3)        |        |        |             |           |         |           |         |             |
| Depósito     |             |          | 2 (2) |          |       |          |              |              |        |        |             |           |         |           |         |             |
| Corte        |             |          |       | 2 (2)    |       |          |              |              |        |        |             |           |         |           |         |             |
| Cambrado     |             |          |       |          | 2 (2) |          |              |              |        |        |             |           |         |           |         |             |
| Frisa        |             |          |       |          |       | 3 (3)    |              |              |        |        |             |           |         |           |         |             |
| Dividido     |             |          |       |          |       |          | 2 (2)        |              |        |        |             |           |         |           |         |             |
| Contrafuerte |             |          |       |          |       |          |              | 11 (11)      |        |        |             |           |         |           |         |             |
| Dep. Aparado | 3 (3)       |          |       |          |       |          |              |              | 2 (2)  |        |             |           |         |           |         |             |
| Armado       |             |          |       |          |       |          |              |              |        | 2 (2)  |             |           |         |           |         |             |
| Rayado       |             |          |       |          |       |          |              |              |        |        | 2 (2)       |           |         |           |         |             |
| Corte Suela  |             |          |       |          |       |          |              |              |        |        |             | 2 (2,2)   |         |           |         |             |
| Cementado    |             |          |       |          |       |          |              |              |        |        |             |           | 2 (2,2) |           |         |             |
| Pegado       |             |          |       |          |       |          |              |              |        |        |             |           |         | 2 (2,2)   |         |             |
| Terminado    |             |          |       |          |       |          |              |              |        |        |             |           |         |           | 5 (5,5) |             |
| Acabado      |             |          |       |          |       |          |              |              |        |        |             |           |         |           |         | 2 (2,2)     |
| Empaquetado  | 6 (8,4)     |          |       |          |       |          |              |              |        |        |             |           |         |           |         |             |

Tabla 2 : Matriz de Muther del layout popuesto.

En el siguiente gráfico se puede observar cómo se reduce el manipuleo de materiales entre la distribución de la planta en la actualidad y la propuesta:



Con la propuesta de mejora se puede reducir el trabajo mecánico realizado en hasta un 35% aproximadamente.

Para la propuesta de la nueva distribución de las instalaciones se mantuvo la distribución por proceso. El galpón que es propiedad de la empresa no se incorporó en la propuesta ya que no fue necesario.

Los principales cambios para establecer la nueva disposición de las instalaciones fueron:

- El Depósito de Aparado se trasladó a la planta baja ya que se consideró que había traslados verticales innecesarios.
- Se movió la Línea Automatizada a un rincón, cerca de las máquinas de corte que se utilizan previo a esta línea de producción.
- No se cambió la ubicación de origen de las máquinas que necesitan de fundaciones en el suelo reducir al mínimo la inversión en obras civiles. Es por eso que las máquinas de corte (tanto las de sacabocados como las de corte de suela) se mantuvieron en su posición original.

- Se propone cambiar el depósito de hormas. Actualmente se utilizan jaulas donde las hormas se encuentran de manera desordenada y los operarios tienen que buscar ambos pies del mismo talle entre una variedad grande de hormas. La propuesta incluye no sólo una mejora en el sistema de almacenamiento, para que esté todo más ordenado sino que también se busca aprovechar el espacio vertical y utilizar estanterías más altas.
- En los depósitos se propone homogenizar el sistema de estanterías con el fin de que sea más fácil alcanzar el material necesario, todo se encuentre más ordenado, se aproveche mejor el espacio y estos sectores sean más prolijos.

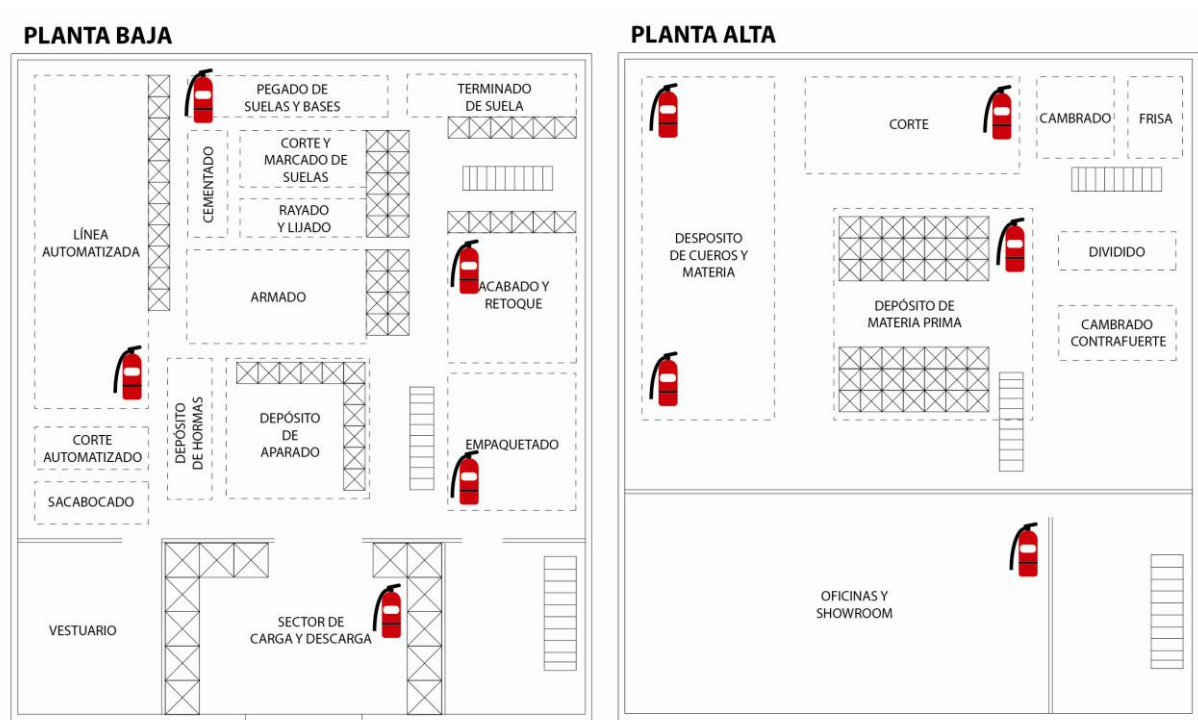
*Al implementar estas mejoras se minimizaría el traslado innecesario de materiales, el flujo seguiría un orden más lógico que el actual y se lograría una mejor configuración de los sectores dentro de la planta para lograr un mejor aprovechamiento del espacio.*

### **Mejoras en seguridad**

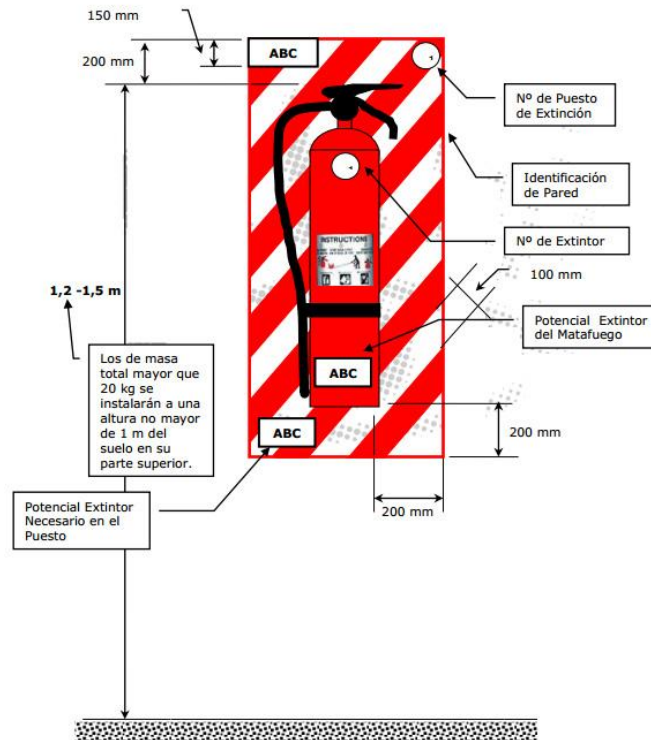
Acompañado del nuevo diseño de lay-out también se incluye a la propuesta de la instalación de la cantidad correspondiente de matafuegos según la Ley de Seguridad e Higiene y una mejor señalización de los mismos.

En cada piso, según ley, tiene que haber por lo menos cinco matafuegos ya que la ley establece que tiene que haber uno cada 200m<sup>2</sup> y tienen que estar ubicados a menos de 20 metros de distancia entre sí. Las recomendaciones en cuanto a la señalización y ubicación de los matafuegos fueron tomadas del manual de Extintores Portátiles de Red Proteger, un portal sobre Seguridad e Higiene.

*Esta propuesta es simple en cuanto a su implementación. Sería importante su ejecución ya que logra resolver las carencias de la planta con respecto a la seguridad contra incendios.*



*Ilustración 14: Ubicación de los matafuegos en la planta.*



*Ilustración 15: Señalización y ubicación recomendada para los matafuegos. Fuente: Red Proteger.*

## Mejoras en la utilización del espacio

En la actualidad, la empresa tiene una política de remuneraciones donde los operarios cobran un salario que tiene un componente fijo y otro variable según la cantidad de pares producidos.

Cada operario es encargado de procesar un lote. Cada lote va acompañado por una planilla de papel que sirve tanto de trazabilidad del producto como comprobante del mismo. La planilla tiene distintos cupones que cada operario va cortando según el proceso que realiza. El operario, al final de cada semana, cobra de acuerdo a los cupones que fue acumulando con su trabajo.

Este método de retribución hacia los operarios genera que los lotes no puedan ser divididos en cada sector productivo de la planta ya que cada trabajador se encarga de una tarea completa, obteniendo un cupón por cada lote procesado. Al trabajar de esta manera se genera una gran cantidad de stock intermedio ya que cada operario tiene por lo menos una tarea en espera, ya sea de producto a procesar o de lo que ya fue procesado y está esperando que se complete el lote.

En las primeras etapas del proceso, el stock que acompaña a cada operario no suele ocupar demasiado volumen ya que suelen ser cortes de cuero que apilados entran en una bolsa de tamaño mediano. Cabe recordar que las tareas se componen de 36 pares de un modelo particular de un mismo color en un surtido de talles.

A partir de la etapa de Armado, el producto en proceso ocupa un mayor espacio, ya que el producto se arma alrededor de la horma, la cual tiene la forma de un pie. Las tareas en proceso se acumulan y trasladan en racks con capacidad de hasta 40 pares que ocupan un volumen significativo. Cada trabajador posee un rack en su espacio de trabajo, por lo que a lo largo de la fábrica se termina acumulando una gran cantidad de stock intermedio, ocupando una gran cantidad de espacio, generando inmovilización de capital y tiempos largos de producción ya que el producto en proceso pasa mayor parte del tiempo a la espera que siendo procesado.



*Ilustración 16: Racks donde se colocan los zapatos en proceso. Fuente: 1stdibs.com*

Este sistema de recompensa hacia los trabajadores no es el recomendado por la mayoría de los expertos y tampoco es el sistema utilizado por lo general en el rubro de los zapateros. La empresa utiliza este sistema ya que el dueño se manejó de esta manera desde sus inicios de joven en el rubro de los zapatos y para él siempre fue un método que funcionó bien, por lo que nunca se propuso cambiarlo, pero cambiando este sistema por uno de remuneración fija se pueden generar cambios positivos.

Actualmente, en la línea artesanal de la planta, trabajando a plena capacidad hay:

- 14 operarios en el sector de Corte.
- 3 operarios en el sector de Cambrado.
- 14 trabajadores para el Armado.
- 2 operarios encargados del Lijado.
- 2 trabajadores en el sector de Corte de suelas.
- 2 operarios encargados del Cementado.
- 10 trabajadores en el sector Pegado.
- 6 operarios en la parte de Terminación de suelas.
- 6 operarios en el sector Acabado.
- 2 trabajadores en Empaquetado.

Los 17 operarios encargados de la primera parte del proceso almacenan y transportan el producto en proceso en bolsas, sin ocupar demasiado espacio cada uno y sin que estos stocks intermedios ocupen espacios ajenos al de los trabajadores.

En la planta baja, donde el producto en proceso ya está en una etapa más avanzada, los operarios ya trabajan sobre un zapato en sí, cada uno teniendo un rack de producto en proceso. Al ser aproximadamente 44 los empleados de esta parte de la planta, hay mucho lugar ocupado por los carritos con el producto semielaborado.

Si se cambia la política de recompensas hacia los trabajadores, cobrando un salario fijo cada operario, sin metas de producción, no habría necesidad de que cada uno tenga que producir un lote entero y estos se podrían subdividir entre varios trabajadores ya que no sería necesario que cada trabajador guarde un cupón por cada lote trabajado.

A diferencia del método actualmente en uso, dónde cada operario trabaja con un rack de producto en proceso de donde se abastece y donde deposita lo que ya produjo, subdividiendo las tareas se reducirían los stocks intermedios ya los operarios de un mismo sector compartirían estos racks. Al aplicar estos cambios se aceleraría el tiempo de producción de cada lote ya que cada tarea es realizada por una mayor cantidad de operarios por lo que el recorrido en la planta del producto sería más rápido, logrando una mayor aproximación a un tipo de producción Just In Time.

A continuación se puede ver en detalle como es la disposición de los trabajadores en el área de armado y en la de rayado y lijado. Se puede observar como en la actualidad cada operario tiene un rack en su lugar de trabajo y como con los cambios propuestos, los operarios comparten racks y aumenta el espacio disponible:

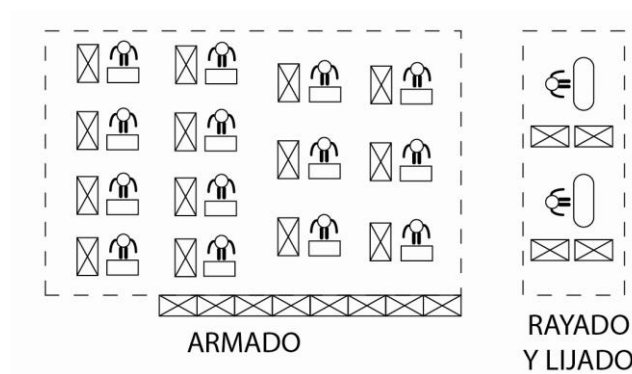


Ilustración 17: Cada operario con su propio rack.

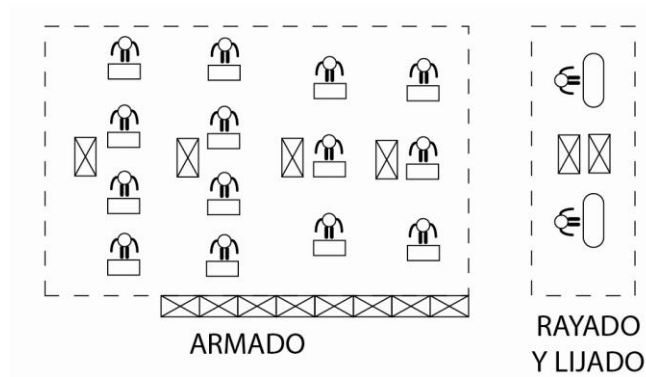


Ilustración 18: Operario compartiendo racks.

El espacio ocupado en la planta baja por los stocks intermedios es el siguiente: si cada operario tiene por lo menos un rack en su lugar de trabajo y cada rack ocupa  $1,5m^2$ . Habiendo 44 trabajadores en la planta baja, el stock intermedio ocupa una superficie de  $66m^2$ , casi un 10% de la superficie disponible para producir de la planta baja.

Subdividiendo los lotes entre operarios y así compartiendo los racks, se podría reducir en por lo menos un tercio la superficie ocupada por el producto en proceso.

A su vez se propone cambiar los racks por unos en los cuales se aproveche mejor la superficie al reducir sus dimensiones horizontales pero agregando más estantes para ganar espacio verticalmente.

*Implementando estos cambios, se puede liberar casi un 5% de la superficie de la planta baja, dejando lugar en la fábrica para que en caso de que en algún momento sea necesario aumentar la capacidad productiva, haya espacio para agregar más maquinas o para incorporar más operarios*

## **ESTUDIO DE CALIDAD**

### **Estrategias de Calidad**

Actualmente, la empresa utiliza como estrategia de calidad la detección. En este esquema de control, la producción sólo se encarga de la cantidad de zapatos a fabricar y al finalizar, en la última etapa de producción, un operario encargado de la inspección es responsable de aprobar el producto o someterlo a correcciones. La firma no manifiesta una estrategia de calidad determinada. El cliente sí cuenta con un departamento de Control de Calidad y tiene exigencias mayores al control que se hace en planta y muchas veces devuelve productos defectuosos que vistos desde el punto de vista de la fábrica, son de calidad aceptable.

Debido a su poca focalización en el tema, caen en el común error de creer que al controlar el producto se minimizan los costos de calidad. Al pensar de esta manera, se realizan las acciones recién una vez que se detecta la falla en el producto terminado, dificultando la corrección y el análisis de los verdaderos motivos por los cuales se produce la falla. Además, la estrategia de detección es poco eficiente porque en el caso de encontrar un producto defectuoso, este se tiene que reprocesar o en el peor de los casos tiene que ser descartado. Esto genera en sí mayores costos que los que se piensa que se ahorran por controlar el producto terminado.

En cuanto a la operación, los controles que se realizan tienen lugar en la estación final de la línea. Este sector, además de empaquetar el producto final, se encarga de realizar los controles de calidad del producto terminado. El operario realiza primero una inspección visual para reconocer fácilmente excesos de pegamento, no correspondencia de talle entre la suela y el zapato propiamente dicho, y pegado desalineado de la suela. Finalmente, prueba mediante el uso de su fuerza que haya habido buena adherencia con la suela. Si el producto supera esta serie de controles, se empaqueta el par dentro de una caja.

Cabe destacar que la empresa ni siquiera realiza un control, sino que solamente se ocupa de la inspección de los productos defectuosos, sin tomar datos para análisis estadísticos de fallas.

Otro de los problemas que encontramos al observar las técnicas de la empresa, es que no cierran el ciclo de control. Esto significa que no se estudian las causas de falla de sus productos, sino que cuando se encuentra un defecto se trata de solucionarlo y de comunicarle al operario lo que está haciendo mal.

*La implementación de una estrategia de calidad de prevención tendría como consecuencia una reducción de costos y una mayor eficiencia en el funcionamiento de la línea.*

## Diagrama de Pareto

Luego de las visitas realizadas a la fábrica, se pudo identificar los modos de falla más recurrentes del proceso. Pudimos identificar los siguientes:

- *Falta de adherencia; la suela no se encuentra pegada de manera correcta con el resto del zapato*
- *Pegado desalineado; el centro de la suela no coincide con el de la capellada.*
- *Manchas en la capellada; es resultado de un exceso de pegamento, el pegamento proveniente de la suela entra en contacto con la parte visible de la capellada*
- *No coincide suela con capellada; se une un talle de suela diferente al talle de la capellada*
- *Talle mal indicado en el paquete; el packaging del zapato indica un talle incorrecto*
- *Rotura de cordón (lo que ellos denominaban “efecto bolsa”) para el caso de los zapatos con cordones; en el momento del armado el operario realiza un sobreesfuerzo que provoca la rotura del cordón*
- *Mal empaquetado; en un paquete se unen dos pares que no se corresponden en talle*

A partir de la lista mencionada anteriormente se procedió a la recolección de datos para la realización del gráfico de Pareto.

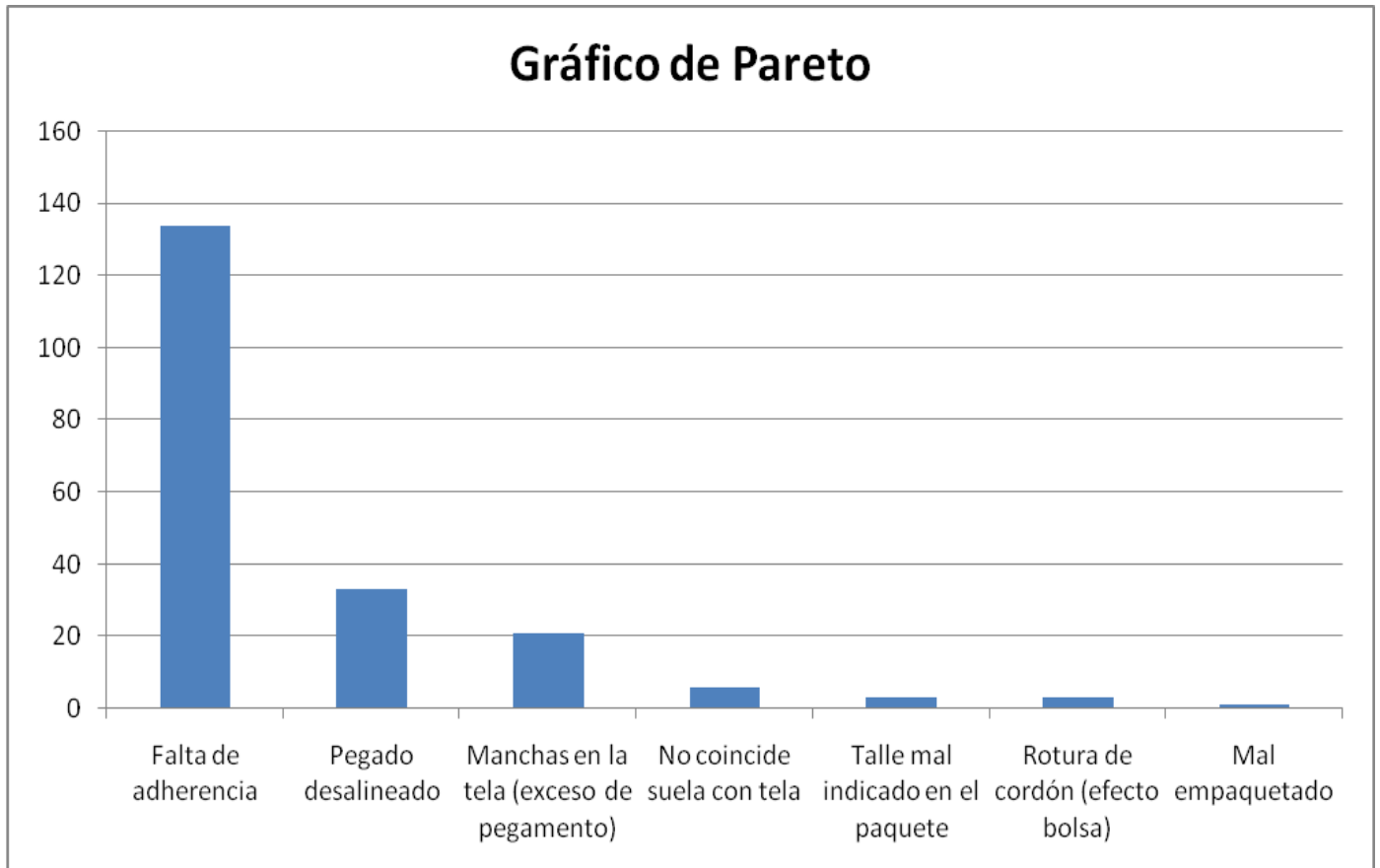
Los datos recolectados son:

| Modos del Fallas                                     | Cantidad de Fallas | %      | % Acumulado |
|------------------------------------------------------|--------------------|--------|-------------|
| <b>Falta de adherencia</b>                           | 134                | 66,67% | 66,7%       |
| <b>Pegado desalineado</b>                            | 33                 | 16,42% | 83,1%       |
| <b>Manchas en la capellada (exceso de pegamento)</b> | 21                 | 10,45% | 93,5%       |
| <b>No coincide suela con capellada</b>               | 6                  | 2,99%  | 96,5%       |
| <b>Talle mal indicado en el paquete</b>              | 3                  | 1,49%  | 98,0%       |
| <b>Rotura de cordón (efecto bolsa)</b>               | 3                  | 1,49%  | 99,5%       |
| <b>Mal empaquetado</b>                               | 1                  | 0,50%  | 100,0%      |
| <b>Cantidad de fallas diarias</b>                    | 201                |        |             |
| <b>Lote (zapatos producidos/día)</b>                 | 1500               |        |             |

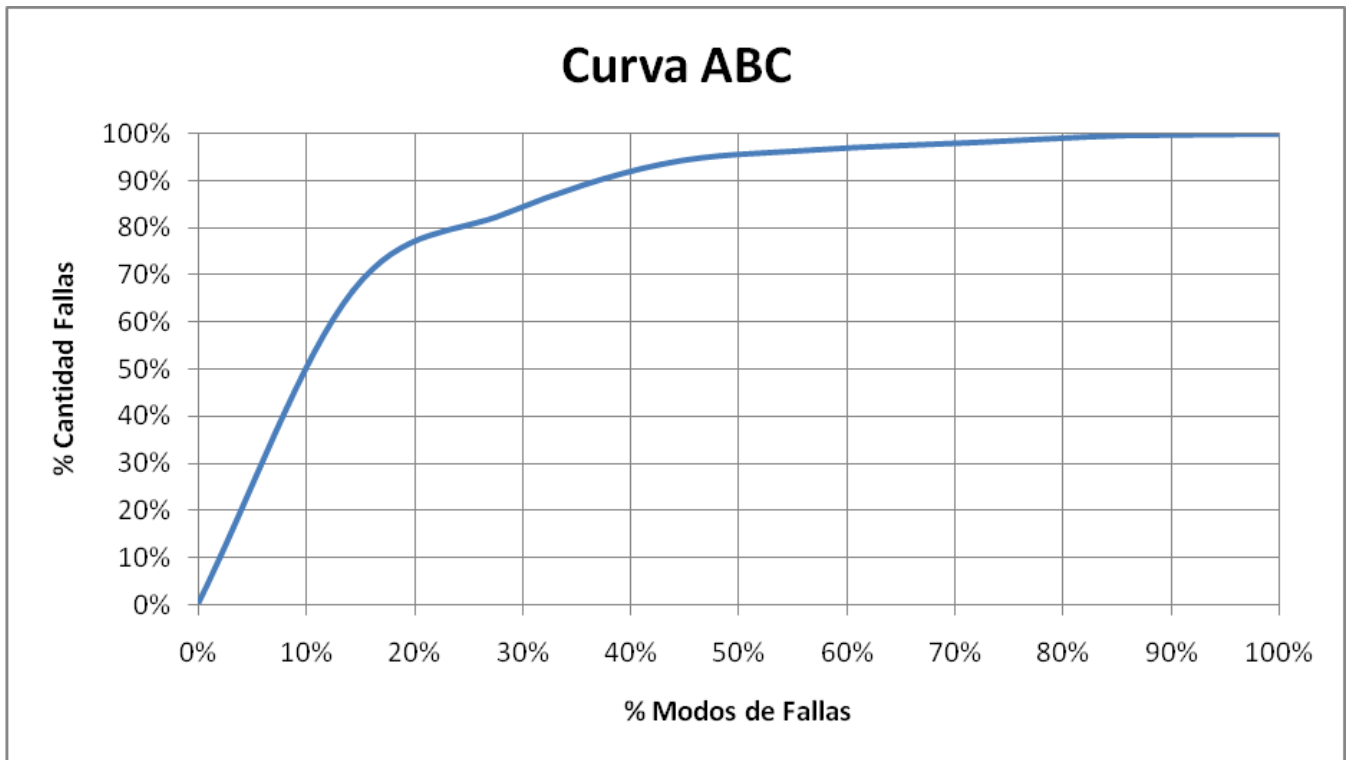
Con los datos recolectados se procedió a la realización del gráfico de Pareto, el cual se muestra a continuación.

Luego del mismo se presenta la curva ABC correspondiente.

### Gráfico de Pareto



## Curva ABC



De lo analizado anteriormente, se concluye que el 28,6% de los modos de falla son responsables del 83% de las fallas. Si bien no responde perfectamente al Principio de Pareto (20-80) resulta una aproximación que permite enfocar los recursos en aquellos modos que concentran más cantidad de fallas.

El 28,6% de los modos responsables son la falta de adherencia y el pegado desalineado. Logrando mejoras en estas situaciones la cantidad de zapatos defectuosos se reduciría considerablemente. Con esta herramienta del diagrama de Pareto por lo tanto se tiene una buena aproximación sobre en dónde enfocar los recursos. Pero dado que este diagrama no contempla aspectos importantes como la gravedad de la falla y la frecuencia de ocurrencia, se procede a continuación con una herramienta que contempla estos aspectos para verificar que la falta de adherencia y el pegado desalineado sean las más críticas a analizar.

### **Análisis de Modo de Fallas y sus Efectos (AMFE)**

A continuación se va a usar esta herramienta para determinar qué es “potencialmente” crítico, significativo y/o importante; para posteriormente seleccionar los recursos para su control.

Debido al análisis del presente trabajo, el tipo de AMFE que se analizará es el del proceso.

A partir de las visitas a la fábrica, pudimos obtener la información necesaria para realizar la tabla, obteniendo los siguientes resultados:

(G: Gravedad; O: Ocurrencia; D: Detección)

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

| Función                       | Modo de falla                        | Efecto                         | G | Causa/s                                  | O | Control de Actividad                                                     | D | IPR        |
|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------|---|------------|
| <b>Armado de la capellada</b> | Rotura de algún material             | Rechazo en operación de pegado | 6 | Exceso de fuerza en el armado de la orma | 5 | Control por parte del operario                                           | 2 | <b>60</b>  |
| <b>Pegado</b>                 | Falta de adherencia                  | Rechazo en control de producto | 7 | Mala fórmula de pegamento                | 6 | Control visual del operario al seleccionar cantidades de los componentes | 5 | <b>210</b> |
|                               |                                      |                                |   | Pegado ineficiente                       | 7 | Control del operario (visual y manual)                                   | 5 | <b>0</b>   |
|                               | Exceso de pegamento                  | Rechazo en control de producto | 3 | Falla operador                           | 6 | Inspección visual                                                        | 3 | <b>54</b>  |
|                               | Pegado desalineado                   | Rechazo en control de producto | 7 | Falla operador                           | 6 | Inspección visual                                                        | 5 | <b>210</b> |
|                               | No correspondencia en talla          | Problema funcional             | 8 | Falla operador                           | 5 | Inspección visual                                                        | 6 | <b>240</b> |
| <b>Empaquetado</b>            | No correspondencia en talla          | Problema funcional             | 4 | Falla operador                           | 5 | Inspección visual                                                        | 3 | <b>60</b>  |
|                               | Empaquetar dos zapatos del mismo pie | Problema funcional             | 8 | Falla operador                           | 3 | Inspección visual                                                        | 2 | <b>48</b>  |

### Gravedad:

Para determinar la gravedad de las fallas se utilizó una puntuación de 1 a 10 teniendo en cuenta cual es el efecto causado en el producto o el proceso. Existen fallas con puntuación 9 y 10 que no se aplican al caso estudiado dado que indican situaciones en donde corre peligro el operador o las instalaciones. A continuación se puede ver el criterio utilizado para definir la gravedad de las fallas:

| Gravedad | Efecto  | Criterio                            |
|----------|---------|-------------------------------------|
| 8        | Crítica | Pérdida de función                  |
| 7        | Alta    | Función reducida (Pérdida de valor) |
| 6        | Media   | Defectos notables                   |
| 3        | Baja    | Defecto imperceptible               |

### Ocurrencia:

En el caso de la ocurrencia se utilizó una puntuación también variable de 1 a 10. Se debe recordar que una falla no es excluyente de otra. Se decidió utilizar un criterio en el que se pondera a partir de lo observado en la fábrica y se otorga un puntaje en función de la cantidad de fallas sobre el total de la muestras.

| Ocurrencia | Tipo     | Criterio                              |
|------------|----------|---------------------------------------|
| >8         | Muy Alta | Más del 50% de las partidas con falla |
| 6          | Alta     | Más de 10 fallas en 500 muestras      |
| 4          | Media    | Más de 1 en 150 muestras              |
| <3         | Baja     | Menor a 5 en 1500                     |

### **Detección:**

El criterio de detección usado muestra cuán fácilmente el operario es capaz de detectar la falla en el control visual principalmente. Nuevamente se utilizó una escala de 1 a 10, descartando el corte superior dado que las fallas imperceptibles carecen de sentido de análisis para un producto con control del tipo visual. El puntaje más alto es otorgado cuando la falla no es reconocida en una primera instancia sino que debe someterse a una segunda revisión para ser detectada.

| Detección | Criterio de Detección |
|-----------|-----------------------|
| 8         | Remota                |
| 6         | Baja                  |
| 3         | Alta                  |
| 1         | Obvia                 |

### **Observaciones del Análisis de Modos de Fallas y sus Efectos:**

Se observa que las características críticas del proceso de fabricación de zapatos son empaquetar pies mezclados en un primer lugar, la no correspondencia en talle por pegado (ambas presentan un alto grado de gravedad, 8, y un nivel bajo e intermedio de ocurrencia, 3 y 5) y la falta de adherencia. Esta última también era la falla crítica que había surgido del diagrama de Pareto, por lo que esta causa será analizada por separado de las primeras dos. A continuación comenzamos describiendo algunas posibles medidas respecto de las primeras dos causas.

**Posibles medidas correctivas a tomar para bajar los índices antes mencionados, respecto a las dos primeras causas:**

- *Poner un sello/etiqueta en la suela, que indique si corresponde a un pie derecho o a un izquierdo con “I” o “D”. Esta actividad se llevaría a cabo en el área de corte de suelas y permite un rápido reconocimiento visual que facilita la formación correcta del par.*
- *Escribir con tiza del lado de adentro el número de talle correspondiente para poder combinarlo con la suela necesaria.*
- *Capacitar al personal con técnicas de rápido reconocimiento de piezas y de armado óptimo.*
- *Mejorar la iluminación del puesto de trabajo para que la visibilidad no sea un factor que aumente la ocurrencia de estas fallas.*
- *Disponer de dos columnas, una para cada pie, de modo que al sacar dos del mismo pie quede en evidencia el error por la diferencia de nivel.*

Tomando en cuenta el IPR, las características más críticas en cuanto a causas potenciales, son la falta de adherencia nuevamente y el pegado desalineado.

***Posibles mejoras en cuanto a la falta de adherencia (pegado deficiente):***

**Fórmula de pegado**

- Realizar una sola mezcla de pegamento en forma semanal controlando su fórmula antes de aplicarla a los zapatos.
- Dosificación controlada de los componentes de pegado.
- Verificación de la formula antes de su aplicación.

- Mantenimiento (orden y limpieza) del herramental de trabajo y la zona de aplicación evitando la aparición de impurezas.
- Conservar los componentes en un ambiente seco, limpio y a la temperatura correspondiente.

### **Pegado ineficiente**

- Suministrar dispositivo de aplique de pegamento.
- Distribución del pegamento mediante rodillo.
- Limpieza del contorno de la pieza a pegar.
- Dosificación de la mezcla para evitar excesos. Determinación precisa de la cantidad de pegamento a suministrar.
- Capacitación del personal.
- Secado de las piezas mientras se le aplica presión, asegurando un mejor contacto de las piezas y una mejor distribución del pegamento.

### **Pegado desalineado**

- Disponer de cuadrículas para alineación de las piezas.
- Marcas de alineación en la mesa de trabajo para mejorar la precisión.
- Mejorar la postura del operario.
- Mejorar la posición de la pieza a pegar.

Por medio del presente Análisis de Modo de Fallas y sus Efectos (AMFE) se pudieron determinar las fallas más críticas que se encuentran en el proceso,

pudiendo así observar cuales son más urgentes de atender para elevar la calidad del proceso, lo cual permitió la propuesta de mejoras para los procesos más críticos, permitiendo focalizarnos en los problemas más relevantes.

*Gracias a esta herramienta de análisis se puede ver que las mayores falencias se encuentran en el sector de pegado, posiblemente como consecuencia de un control muy deficiente (solo hay control e inspección visual).*

*A modo de conclusión se observa que la mayor debilidad es la poca importancia que la empresa le dedica a la calidad, la mayoría de las medidas en torno a la calidad son de inspección visual y no se tienen registros de las fallas y sus causas.* Esto es algo crítico siendo que la empresa apunta a diferenciación por calidad. La empresa debería hacer un planteo explícito de su estrategia y lograr que cada uno de los empleados esté en conocimiento del objetivo de la empresa para que estén todos alineados en un objetivo común, y que a su vez esté alineado con la estrategia de la empresa.

*Se recomienda a la empresa hacer estudios y controles diarios de calidad para asegurar la misma, asegurar su imagen a largo plazo y también evitar incurrir en costos por desperdicios o reprocesos.* Con la aplicación de estas dos simples herramientas del Pareto y el AMFE la empresa podría tener un buen panorama sobre cuáles son las fallas más críticas a analizar, y empleando las medidas mencionadas anteriormente se puede ver cómo con medidas sencillas de aplicación se pueden lograr cambios notorios y una estrategia más acertada con los objetivos propuestos de la empresa.

## **Cambiar el sistema de recompensa por productividad**

En el capítulo de lay-out se propuso cambiar el sistema de remuneración para reducir los stocs intermedios.

Analizándolo desde una visión más general, el sistema actual de remuneración tampoco es el adecuado si lo que se tiene en cuenta no es sólo el manejo de stocks intermedios, sino la calidad del producto final. Según Edwards Deming, consultor y difusor del concepto de Calidad Total, en uno de sus 14 principios de la calidad propone “eliminar la cuotas numéricas”.

Este principio recomienda no generar incentivos sólo por cantidad producida, como hace la empresa actualmente. Este sistema puede tener varios aspectos positivos como poder predecir los costos de los productos y a su vez establecer un techo para los mismos pero trae problemas de fondo.

Deming argumenta que al tener sólo en cuenta la producción en forma de números, tanto los operarios como la gerencia dejan de lado la calidad de la misma y los métodos, generando paradójicamente, un aumento de los costos ya que aumenta la variabilidad de los productos y termina habiendo una alta proporción de unidades defectuosas que tienen que ser reprocesadas o desechadas, generando una pérdida en la productividad.

Aquellos operarios que se toman su tiempo para hacer las cosas de la mejor forma posible terminan frustrándose y les genera resentimiento ver que otros trabajadores, haciendo las cosas de manera menos dedicada, terminan cobrando más por haber podido producir una mayor cantidad al hacer las cosas apresuradamente. Esto les genera insatisfacción con su trabajo y al largo plazo, estos operarios se desmoralizan y terminan realizando las mismas prácticas que el resto, disminuyendo la calidad global de la empresa.

El caso más claro para ejemplificar esto es en el sector de corte. A los operarios de corte se les entregan piezas de cuero donde realizan los cortes. Muchos trabajadores no logran aprovechar al máximo la superficie del cuero y dejan pasar fallas en el cuero con tal de producir más cantidad en el menor tiempo. Claramente, a la larga se termina fabricando un producto de calidad inferior a la deseada. En la mayoría de los casos no se puede trazabilizar quién

fue el responsable de las fallas ni tampoco, desde la gerencia se hace el intento de identificar al responsable. Así como se observa el problema que trae pagar por cantidad producida, en este caso con los operarios de corte, este tipo de prácticas se repite en muchos sectores de la planta y hasta en los talleres externos de aparado.

La empresa sí tiene una forma para castigar a los talleres tercerizados que realizan el aparado defectuosamente. A aquellos talleres que con tal de producir más y a la vez cobrar más, sobreexigen su capacidad y generan productos defectuosos, la próxima vez se les envía una cantidad mínima para aparar de forma de castigo, de modo que mejore la calidad de las próximas producciones.

Dentro de la planta no se llevan a cabo controles de este tipo y realizar un control riguroso a cada operario sería una gran pérdida de recursos. Lo que hay que hacer es cambiar la política de remuneración. Si no es posible establecer salarios fijos, por lo menos reducir significativamente la componente variable del salario que corresponde a lo retribuido por lo producido y aumentar la parte fija. Hay que reemplazar las metas numéricas por metas de calidad. Se reduciría el número de fallas y a la larga aumentaría la productividad de la planta.

## **GESTION DE STOCKS**

Dentro de la gestión de stocks, primero se analizará cómo, y con qué criterio, es que Neducal SA almacena materia prima y producto terminado, para satisfacer las necesidades del mercado. Luego, si corresponde, se propondrá un nuevo modelo de gestión de stocks, teniendo en cuenta las principales características a la hora de optimizar el aprovisionamiento y almacenamiento, como:

- Ocupar la menor cantidad de espacio posible
- Cuidar los costos de seguridad
- Mantener el depósito ordenado
- Reducir el capital inmovilizado
- Cubrirse ante problemas de desabastecimiento
- Simplificar y agilizar la gestión de compras
- Cumplir a tiempo con las entregas
- Evitar rupturas de stock

### **Modelo Actual**

Hay que tener en cuenta, que en una planta de fabricación de calzado, donde se debe tener gran flexibilidad para producir una gran variedad de productos distintos, se debe contar con una significativa cantidad de materia prima en stock, ya que ante rupturas de stock, se para la planta y no se distribuye la mercadería, incumpliendo con el cliente principal.

Los insumos principales para la producción de calzado consisten en: Cuero, tacos, plantillas, hormas, pegamento y cajas.

Dentro de los mismos, se tiene en cuenta las variedades que corresponden, los distintos tipos de cueros, tacos, plantillas, ya sea por diseño o colores y tamaños (talles), haciéndose así más dificultosa la tarea de estimar cantidades a almacenar.

Según Guillermo Karakachian (hermano de Víctor Hugo y actual encargado del almacén y del sector de corte), Neducal SA cuenta con suficiente materia prima como para abastecerse por el lapso de un mes para la mayoría de sus materias primas, y tiene grandes problemas de abastecimiento con su materia prima principal, el cuero, con la cual intenta abastecerse por un mes y medio, para evitar rupturas de stock.

Otra razón por la cual conviene replantear los modelos de stocks actuales es que el almacén está llegando a su capacidad máxima de almacenamiento. Menores niveles de stocks ayudarían a liberar más lugar en el almacén.

### El contexto de provisión de materiales

La calidad del cuero ha disminuido notablemente en los últimos años. Dada la situación actual, las trabas a las importaciones, hicieron de los proveedores de Neducal SA protagonistas en las negociaciones de abastecimiento. El poder de negociación de los proveedores (particularmente, del cuero) creció de golpe, e inciden significativamente no solo en el precio acordado, sino también en las cantidades a distribuir. El precio del metro cuadrado de cuero subió drásticamente en los últimos años, disminuyendo el margen o utilidad percibida por cada par de zapatos (teniendo en cuenta también las repercusiones de la elevada inflación afectando los precios del resto de las materias primas, como también los salarios).

### El modelo de gestión actual

- Modelo de cantidad fija para los insumos esenciales
- Encargado del almacén verifica cantidades diariamente, y ordena una vez alcanzado el punto de reaprovisionamiento
- Se utiliza un software para registrar entradas y salidas de mercadería, como también retiros de mercadería para producción (y así seguir de cerca las necesidades de stocks)
- No trabajan con stocks de seguridad para ninguno de los insumos.
- El almacén está organizado y dividido por productos, y sus respectivas variedades
- Utilizan estanterías fijas para ubicar dichos elementos.

### Costo estimado de la orden

Para poder empezar a desarrollar un nuevo modelo de stocks, optimo, debemos calcular el costo de ordenar las materias primas, como también el costo mismo de almacenarlas. Para poder estimar el costo de ordenar, dividimos el gasto del “departamento de compras” (que en este caso es el encargado del depósito quien identifica necesidad y ordena) que se aproxima en 156.000 \$/año y realiza alrededor de 40 ordenes/mes (480 órdenes por año). A este costo, también se le debe incluir los costos de recepción de mercadería, gastos de teléfono, oficina (computadoras, sistema) estimando unos 20.000 \$/año. Un total de 176.000 \$/año, para 480 órdenes anuales, indica un costo estimado de orden de 366,67 \$/orden.

### Costo Estimado de Almacenamiento

El Costo de Almacenamiento se deduce de un costo financiero anual de alrededor del 15%, como también de un costo de rotura por manipuleo, costo de obsolescencia, y costo de alquiler del almacén (redondeado a un 3% anual). En total, se estima un costo de almacenamiento del 18% anual.

A continuación, se detalla información relevante a las materias primas más importantes, estableciendo un “lead time” (tiempo de aprovisionamiento, el que tardan los proveedores en traer la materia prima), la demanda anual, la criticidad de dichas materias primas en función a su incidencia en la producción y por último, su precio actual.

| <b>Materia Prima</b> | <b>Lead Time (días)</b> | <b>Demanda Anual</b> | <b>Criticidad</b> | <b>Precio</b> |
|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|---------------|
| Cuero                | 30                      | 50.000 m2            | Alta              | 190 \$/m2     |
| Tacos                | 14                      | 100.000 u            | Media             | 26 \$/u       |
| Plantillas           | 10                      | 100.000 u            | Media             | 7 \$/u        |
| Hormas               | 28                      | 2.000 u              | Media             | 200 \$/u      |
| Pegamento            | 3                       | 5.600 kg             | Media             | 110 \$/kg     |
| Cajas                | 7                       | 140.000 u            | Baja              | 5 \$/u        |

### Costo de Ruptura de Stocks

Este costo se definirá como el valor del costo de un par de zapatos terminados (que no se entregan por no tener stock). Asumiendo una venta promedio de 60.000 pares de zapatos por temporada, o 120.000 pares al año, se deduce el costo de un par de zapatos terminado:

| <b>Materia prima</b> | <b>Cantidad (por par)</b> | <b>Costo (por par) (\$)</b> |
|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Cuero                | 0,4167 m2                 | 79,16                       |
| Tacos                | 2 u                       | 52                          |
| Plantillas           | 2 u                       | 14                          |
| Pegamento            | 0,0467 kg                 | 5,13                        |
| Cajas                | 1                         | 5                           |
| <b>Total</b>         | -                         | <b>155,29</b>               |

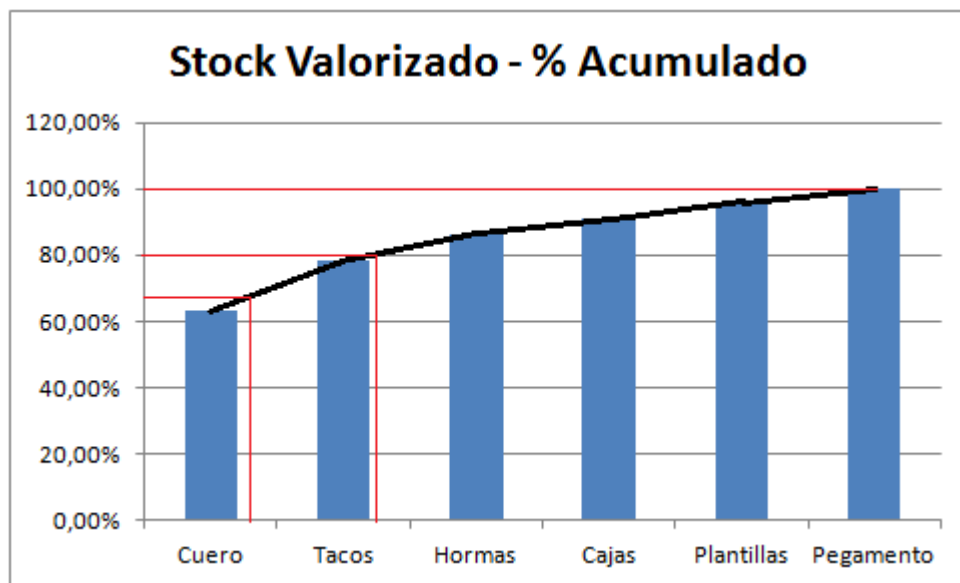
Por ende, por cada par de zapatos que no se pueda entregar porque existe algún faltante de materia prima, el costo asumido será de \$155,29.

### **Modelo Nuevo**

Se propone un sistema de gestión de stocks basado en el modelo Wilson. Mediante una curva ABC, se determinará que materias primas son las esenciales en criticidad para el proceso productivo, y a dichas materias primas se les asignará una política de reposición, así como un modelo de stocks (de periodo fijo o de cantidad fija) y un stock de seguridad según corresponda.

Para poder organizar un almacén que contiene muchos ítems y definir una estrategia o modelo de stocks para cada uno de ellos, realizamos un análisis de la “demanda anual valorizada” (Curva ABC, clasificando los stocks en base a su valorización anual), y también tenemos en cuenta la criticidad de los insumos. Esto nos debería dar una idea de cómo encarar la proposición de modelo de stocks para cada insumo.

| Materia Prima | Demanda Anual | Precio    | Stock Medio | Stock Valorizado (ARS) | %      | % Acumulado | Clasificación ABC |
|---------------|---------------|-----------|-------------|------------------------|--------|-------------|-------------------|
| Cuero         | 50.000 m2     | 190 \$/m2 | 4.166 m2    | 791.600                | 63,21% | 63,21%      | A                 |
| Tacos         | 100.000 u     | 26 \$/u   | 8.300 u     | 190.900                | 15,24% | 78,46%      | B                 |
| Hormas        | 6.000 u       | 200 \$/u  | 500 u       | 100.000                | 7,99%  | 86,44%      | C                 |
| Cajas         | 140.000 u     | 6 \$/u    | 10.000 u    | 60.000                 | 4,79%  | 91,23%      | C                 |
| Plantillas    | 100.000 u     | 7 \$/u    | 8.300 u     | 58.100                 | 4,64%  | 95,87%      | C                 |
| Pegamento     | 5.600 kg      | 110 \$/kg | 470 kg      | 51.700                 | 4,13%  | 100,00%     | C                 |



Mediante la curva ABC se puede apreciar la magnitud del “stock medio” valorizado del cuero. Obteniendo este mismo una clasificación “A”, y una “Alta” criticidad, será el insumo al que más se debe dedicar recursos de gestión, controlar y verificar su provisión, aplicándole un modelo de

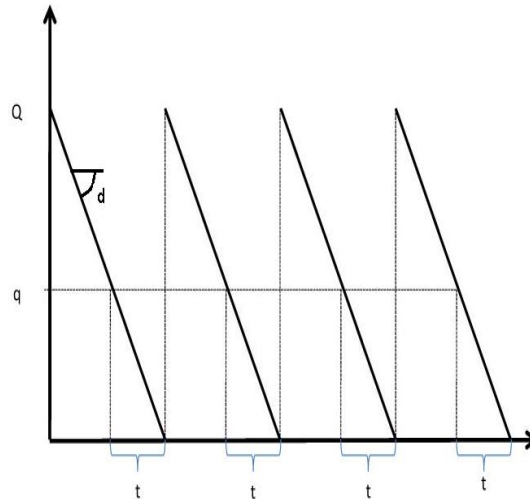
reaprovisionamiento de cantidad fija, como también un stock de seguridad para evitar futuras rupturas de stock (inadmisibles para el proceso productivo). Al resto de las materias primas, se le asignará un modelo de reaprovisionamiento acorde a su clasificación y su grado de criticidad como también se definirá si aplica establecer un stock de seguridad, según la tabla a continuación (dicha tabla diseñada a criterio de los integrantes del grupo):

| Clasificación ABC /<br>Criticidad | Alta                               | Media                              | Baja             |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|
| A                                 | Cantidad Fija + Stock<br>Seguridad | Cantidad Fija + Stock<br>Seguridad | Cantidad<br>Fija |
| B                                 | Cantidad Fija + Stock<br>Seguridad | Cantidad Fija                      | Periodo<br>Fijo  |
| C                                 | Cantidad Fija + Stock<br>Seguridad | Periodo Fijo                       | Periodo<br>Fijo  |

### **Propuesta para administrar el stock de Cuero**

Para el cuero se propone un modelo de inventarios de cantidad fija (en base al modelo de Wilson), y además contar con un stock de seguridad para asegurarse que haya existencias en todo momento. Se verifican en este caso los supuestos del modelo de Wilson:

- La demanda del producto es constante, uniforme y conocida
- El lead time o plazo de entrega es constante
- El precio de cada unidad es constante
- El coste de almacenamiento depende del nivel medio de existencias
- No se permiten rupturas de stock
- Capacidad ilimitada de almacenamiento



Se sabe además, que los costos involucrados, o el costo total esperado es igual al costo de adquisición, más el costo de ordenar, más el costo de almacenar (más el costo de ruptura, que no son admisibles según este modelo).

Para desarrollar el modelo, y poder calcular un lote óptimo de compra, se debe entender cuáles son los valores de demanda anual, tasa de demanda (diaria), costo de ordenamiento, costo de almacenamiento, lead time, para cada insumo.

$Q = \text{Lote Optimo}$

$$D = 50.000 \frac{m^2}{\text{año}} \text{ Demanda Anual}$$

$$d = 138,88 \frac{m^2}{\text{dia}} (\text{Demanda Diaria})$$

$$t = 30 \text{ dias (Lead Time)}$$

$$K = 366,67 \frac{\$}{\text{orden}}$$

$$C_s = 34,2 \frac{\$}{m^2 \text{ año}}$$

Como Costo Total Esperado (CTE) se tiene:

$$CTE = \text{Orden} + \text{Stock}$$

$$CTE = Kn + \frac{1}{2}QC_s tn ; n = \frac{D}{Q} \text{ (n = cantidad de ciclos en 1 año); } T = tn \text{ (T = 1 año)}$$

$$CTE = \frac{KD}{Q} + \frac{1}{2}C_s TQ \text{ (Ecuación a optimizar, derivar e igualar a 0)}$$

$$\frac{d(CTE)}{dQ} = -\frac{KD}{Q^2} + \frac{1}{2}C_s T = 0$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2KD}{C_s T}} \text{ (Lote optimo)}$$

$$CTE_0 = \sqrt{2KDC_s T} \text{ (CTE optimo)}$$

Ingresando los datos presentados anteriormente:

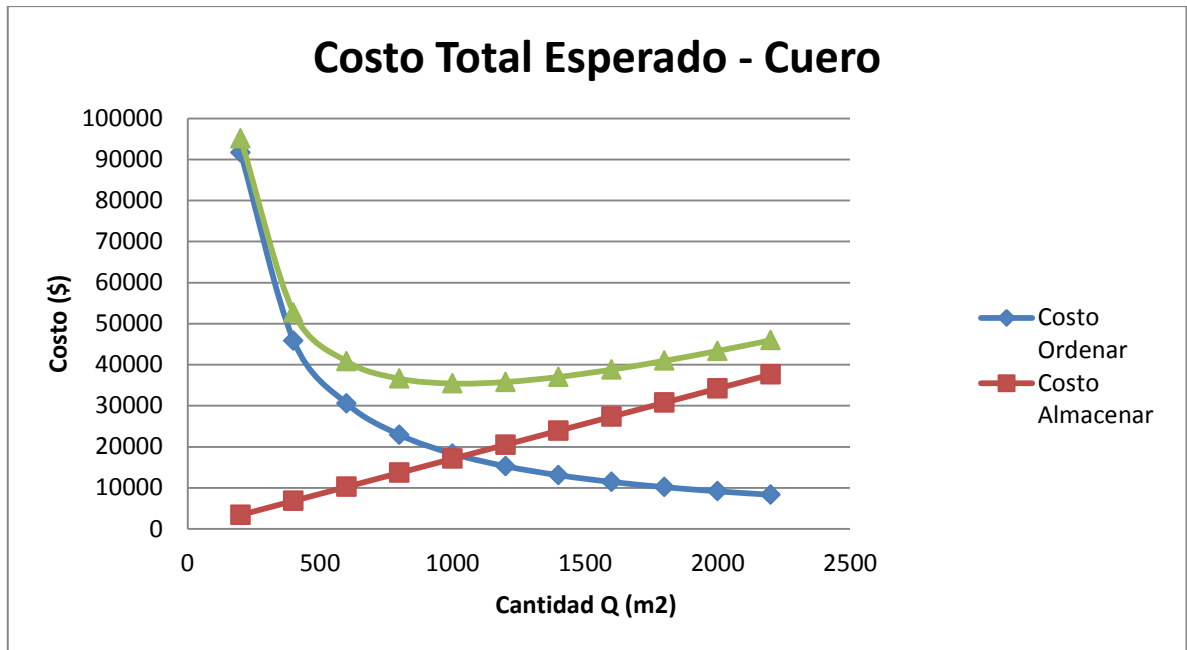
$$Q_0 = 1.035,4 \text{ m}^2$$

$$CTE_0 = \$35.412$$

$$n \approx 48,29 \text{ ciclos}$$

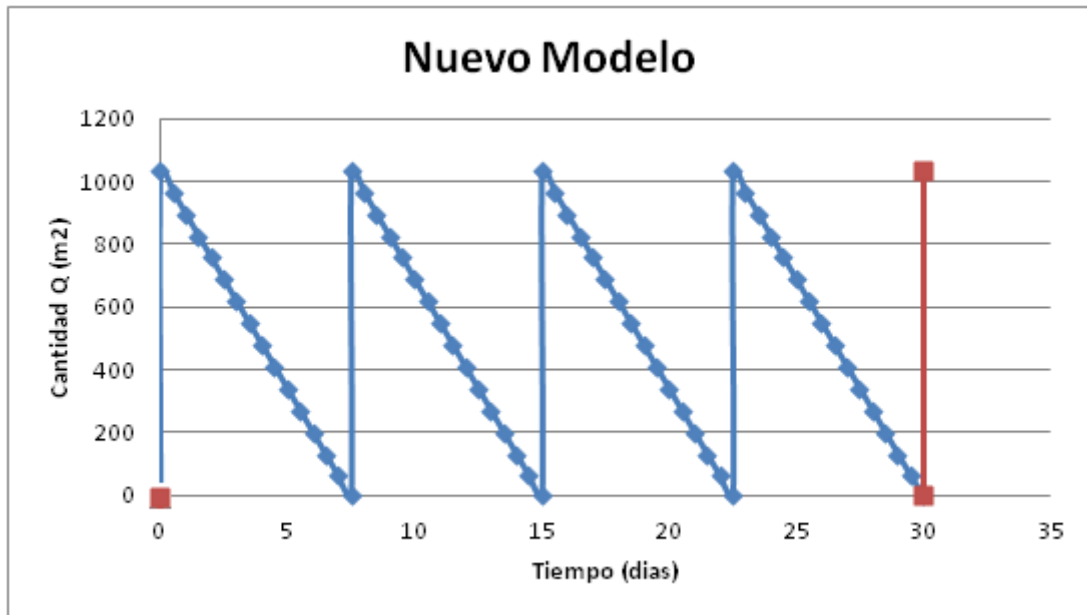
Para poder demostrar la optimización del costo esperado, se grafica el costo de ordenar, y el costo de almacenar en función de la cantidad a pedir:

| <b>Q<br/>(m2)</b> | <b>Cantidad de<br/>pedidos</b> | <b>Costo Ordenar<br/>(\$)</b> | <b>Costo Almacenar<br/>(\$)</b> | <b>Costo Total<br/>(\$)</b> |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 200               | 250,00                         | 91.666,67                     | 3.420                           | 95.086,67                   |
| 400               | 125,00                         | 45.833,33                     | 6.840,00                        | 52.673,33                   |
| 600               | 83,33                          | 30.555,56                     | 10.260                          | 40.815,56                   |
| 800               | 62,50                          | 22.916,67                     | 13.680,00                       | 36.596,67                   |
| 1000              | 50,00                          | 18.333,33                     | 17.100                          | 35.433,33                   |
| 1200              | 41,67                          | 15.277,78                     | 20.520,00                       | 35.797,78                   |
| 1400              | 35,71                          | 13.095,24                     | 23.940                          | 37.035,24                   |
| 1600              | 31,25                          | 11.458,33                     | 27.360,00                       | 38.818,33                   |
| 1800              | 27,78                          | 10.185,19                     | 30.780                          | 40.965,19                   |
| 2000              | 25,00                          | 9.166,67                      | 34.200,00                       | 43.366,67                   |
| 2200              | 22,73                          | 8.333,33                      | 37.620                          | 45.953,33                   |



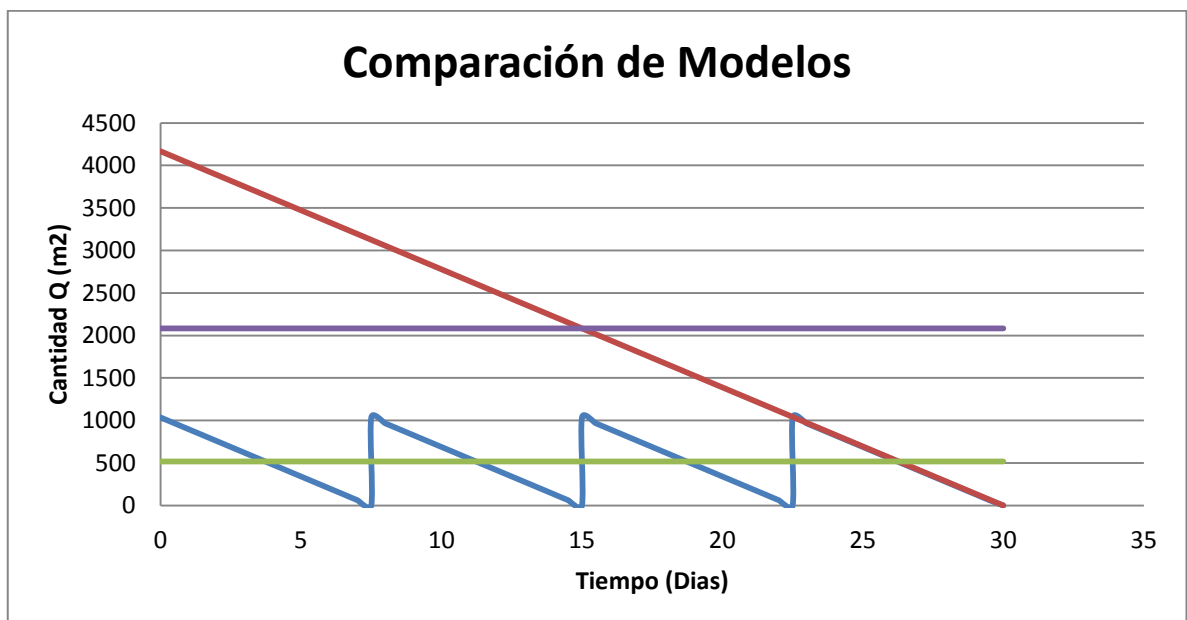
#### Nuevo Modelo - sin Stock de Seguridad

El lote óptimo de  $Q_0 = 1.035,4 \text{ m}^2$ , según el modelo, se consumiría en alrededor de 7,5 días (asumiendo un consumo de  $138,88 \text{ m}^2$  por día, sin tener en cuenta desviaciones de la demanda todavía). Esto atrae graves problemas, ya que el tiempo de reaprovisionamiento en el que el proveedor demora en traer la materia prima, es mucho mayor que el tiempo en el que se consume el lote (casi exactamente 4 veces mayor). Para satisfacer el consumo de un mes, deberían ingresar cuatro “lotes óptimos”. Se puede plantear un modelo nuevo, en el que, una vez en régimen, se ordena casi semanalmente (o cada 7,5 días) un nuevo lote, para que el mismo llegue dentro de un mes. Así, conservaría la misma función que comprar un lote grande, por mes, para abastecer todo el mes (que es lo que la empresa hace hoy mismo), sin tener que incurrir en costos de almacenamiento tan elevados, de pedir para abastecer todo un mes. Se muestra la oscilación del stock para el esquema propuesto, a continuación:



En “0” se pide, y llega el “30”. En “7,5” se pide, y llega el “37,5”, y así sucesivamente.

#### Comparación de modelos - sin Stock de Seguridad



El nivel de inventarios medio del modelo nuevo es de  $\frac{1.035,4}{2} = 517,7m^2$ , mientras que el nivel de inventarios medio del modelo viejo sería de  $\frac{4.166,67}{2} = 2.083,33m^2$ . Si bien con el modelo nuevo se ahorran costos de

almacenamiento, también se incurren mayores costos de ordenamiento, ya que se realizarían cuatro pedidos por mes, en vez de uno solo.

El viejo modelo implica realizar un solo pedido, cada 30 días, por una cantidad de  $4.166,67 \text{ m}^2$ . Según el modelo de Wilson, tendría un costo total esperado de \$75.650,04 anuales (aplicando las mismas formulas mencionadas anteriormente):

| Costo/Modelo | Costo Ordenar (\$) | Costo Almacenar (\$) | Costo Total (\$) |
|--------------|--------------------|----------------------|------------------|
| Modelo Nuevo | 17.706,68          | 17.705,34            | 35.412,02        |
| Modelo Viejo | 4.400,04           | 71.250,00            | 75.650,04        |

#### Nuevo Modelo - con Stock de Seguridad

Para poder determinar el stock de seguridad a incorporar, se entiende que para un modelo de cantidad fija, se debe proporcionar stock de seguridad en función del lead time, o tiempo de reaprovisionamiento o de “exposición” en el cual se tiene en cuenta el desvío de la demanda. En este caso es de 30 días. Se toma como dato (estimado y proporcionado por la empresa) un desvío promedio de la demanda mensual del 10%. Se establece también una probabilidad de ruptura máxima del 3%, indicando un nivel de confianza del 97%.

$$\text{Stock Seguridad} = Z\sigma_{mes}$$

$$Z = 1,88 \text{ con } (N_s = 97\%)$$

$$\sigma_{mes} = \frac{D}{12} (10\%)$$

$$\sigma_{mes} = 416,66 \text{ m}^2$$

$$\text{Stock Seguridad} = 783,33 \text{ m}^2$$

Mantener un stock de seguridad también implica un costo de almacenamiento, por ende, este costo se calcula como:

$$\text{Costo Almacenamiento}_{SS} = Q_{SS} \cdot C_s$$

$$\text{Costo Almacenamiento}_{SS} = 783,33 \text{ m}^2 \quad 34,2 \frac{\$}{\text{m}^2 \text{ año}} = \$26.789,86$$

Se asume, a los efectos de simplificar los cálculos, que el stock de seguridad mencionado sería el mismo que se aplicaría si se hiciera un solo pedido al mes. El mismo implica acumular existencias ya que si varía la demanda en el periodo del lead time, en el peor de los casos (desvío del 10%), la empresa estará cubierta como para no desabastecerse, teniendo solo una probabilidad de rupturas de stock de un 3%.

Dado que en el modelo viejo, no está contemplado un stock de seguridad, se entiende que ante variaciones en la demanda, se producirán rupturas de stock. Se asume como valor promedio de falta de inventario, la mitad del desvío total mensual:  $\frac{416,66}{2} = 208,33 \text{ m}^2$

208,33 m<sup>2</sup> de materia prima faltante implican un paro de producción de alrededor de 500 pares de zapatos (valuados al costo en un total de \$77.645).

#### Comparación de modelos - con Stock de Seguridad

El “Modelo nuevo”, teniendo en cuenta un stock de seguridad para evitar desabastecimientos, implica un costo más elevado que el demostrado anteriormente. Sin embargo, el nuevo modelo sigue siendo la opción menos costosa, y además tiene la ventaja de asegurarse en gran medida que no habrá rupturas de stock.

El costo total esperado del nuevo modelo con stock de seguridad incluido vendría a ser de:

$$35.412,02 + 26.789,86 = \$ 62.201,88 \text{ por año}$$

| Costo/Modelo | Costo Ordenar (\$) | Costo Almacenar (\$) | Costo Total (\$) |
|--------------|--------------------|----------------------|------------------|
| Modelo Nuevo | 17.706,68          | 44.495,2             | 62.201,88        |
| Modelo Viejo | 4.400,04           | 71.250,00            | 75.650,04        |

Con el nuevo modelo, se ahorran \$13.448,16 al año, y además, lo que se ahorre al no incumplir con el cliente por rupturas de stocks, que es un valor promedio de \$77.645, llegando a un total de \$91.093,16 por año.

Otros parámetros comparativos:

| <b>Parámetros</b>    | <b>Modelo Nuevo</b> | <b>Modelo Viejo</b> |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| Lote Pedido          | 1.035,40            | 4.166,67            |
| Stock Promedio       | 517,7               | 2.083,33            |
| Stock Seguridad      | 783,33              | 0,00                |
| Costo Total Esperado | 62.201,88           | 75.650,04           |
| Cantidad de pedidos  | 48,29               | 12,00               |

Aparte de la ventaja financiera, el stock promedio del cuero se reduce a un 25% del original, reduciendo considerablemente el porcentaje de ocupación del almacén.

Además, este nuevo modelo mejoraría las relaciones con los clientes ya que disminuye la probabilidad de incumplimiento de entregas, evitando futuras rupturas de stock.

### **Propuesta para administrar el stock de Tacos**

Para los tacos se propone un modelo de inventarios de cantidad fija (en base al modelo de Wilson), sin contar con un stock de seguridad significativo (ya que es una materia prima de clase “B” y criticidad media). De todas maneras, se puede llevar un stock de seguridad escaso por eventualidades, para estar protegidos ante variaciones en la demanda o lead times.

Ya conociendo los supuestos del modelo, y las formulas a utilizar, se procede con el cálculo del lote óptimo, teniendo en cuenta los datos necesarios:

$$Q = \text{Lote Optimo}$$

$$D = 100.000 \frac{u}{\text{año}} \text{ Demanda Anual}$$

$$d = 277,78 \frac{u}{\text{día}} (\text{Demanda Diaria})$$

$$t = 14 \text{ dias (Lead Time)}$$

$$K = 366,67 \frac{\$}{\text{orden}}$$

$$C_s = 4,68 \frac{\$}{u \cdot \text{año}}$$

Ingresando los datos:

$$Q_0 = 3.959 u$$

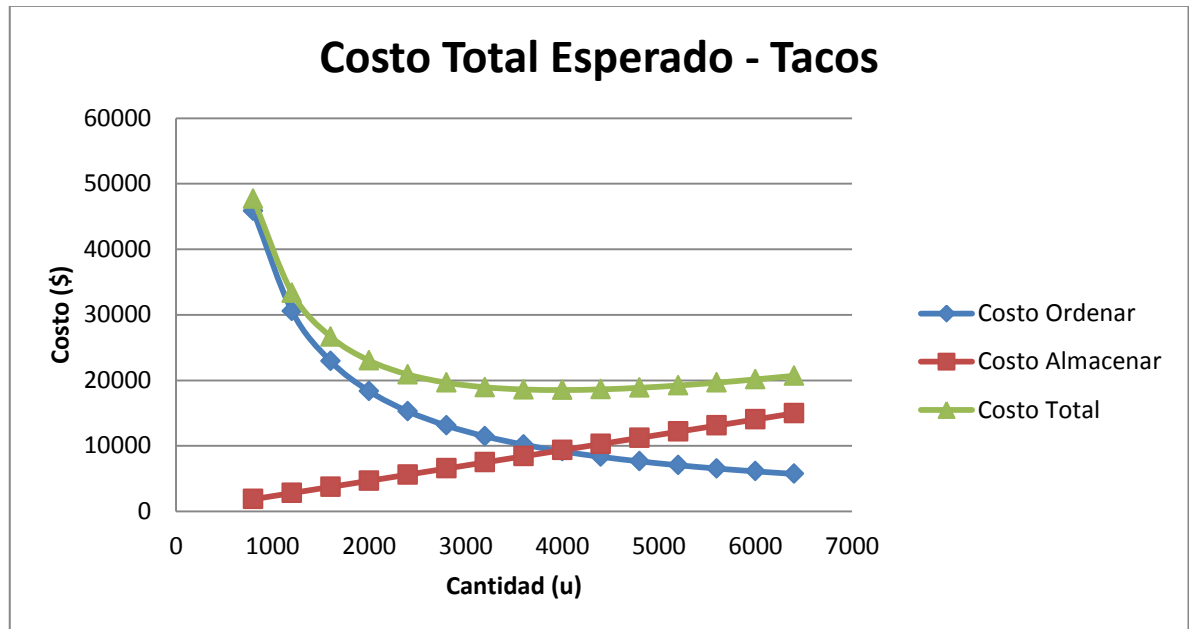
$$CTE_0 = \$18.525,74$$

$$n \approx 25,25 \text{ Ciclos}$$

Para poder demostrar la optimización del costo esperado, se grafica el costo de ordenar, y el costo de almacenar en función de la cantidad a pedir:

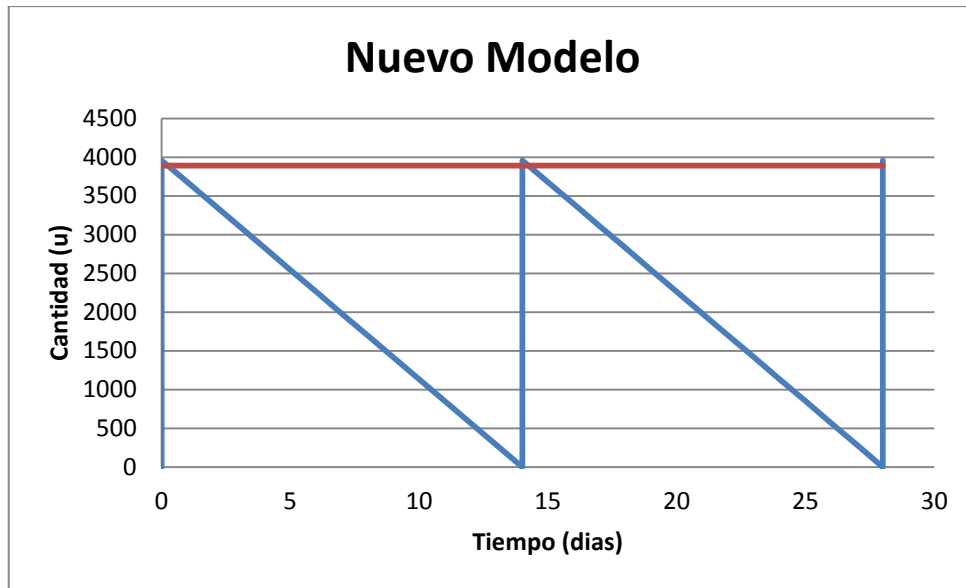
| Q (u) | Cantidad de pedidos | Costo Ordenar (\$) | Costo Almacenar (\$) | Costo Total (\$) |
|-------|---------------------|--------------------|----------------------|------------------|
| 800   | 125,00              | 45.833,75          | 1.872,00             | 47.705,75        |
| 1200  | 83,33               | 30.555,83          | 2.808,00             | 33.363,83        |
| 1600  | 62,50               | 22.916,88          | 3.744,00             | 26.660,88        |
| 2000  | 50,00               | 18.333,50          | 4.680,00             | 23.013,50        |
| 2400  | 41,67               | 15.277,92          | 5.616,00             | 20.893,92        |
| 2800  | 35,71               | 13.095,36          | 6.552,00             | 19.647,36        |
| 3200  | 31,25               | 11.458,44          | 7.488,00             | 18.946,44        |
| 3600  | 27,78               | 10.185,28          | 8.424,00             | 18.609,28        |
| 4000  | 25,00               | 9.166,75           | 9.360,00             | 18.526,75        |
| 4400  | 22,73               | 8.333,41           | 10.296,00            | 18.629,41        |
| 4800  | 20,83               | 7.638,96           | 11.232,00            | 18.870,96        |
| 5200  | 19,23               | 7.051,35           | 12.168,00            | 19.219,35        |
| 5600  | 17,86               | 6.547,68           | 13.104,00            | 19.651,68        |

|      |       |          |           |           |
|------|-------|----------|-----------|-----------|
| 6000 | 16,67 | 6.111,17 | 14.040,00 | 20.151,17 |
| 6400 | 15,63 | 5.729,22 | 14.976,00 | 20.705,22 |

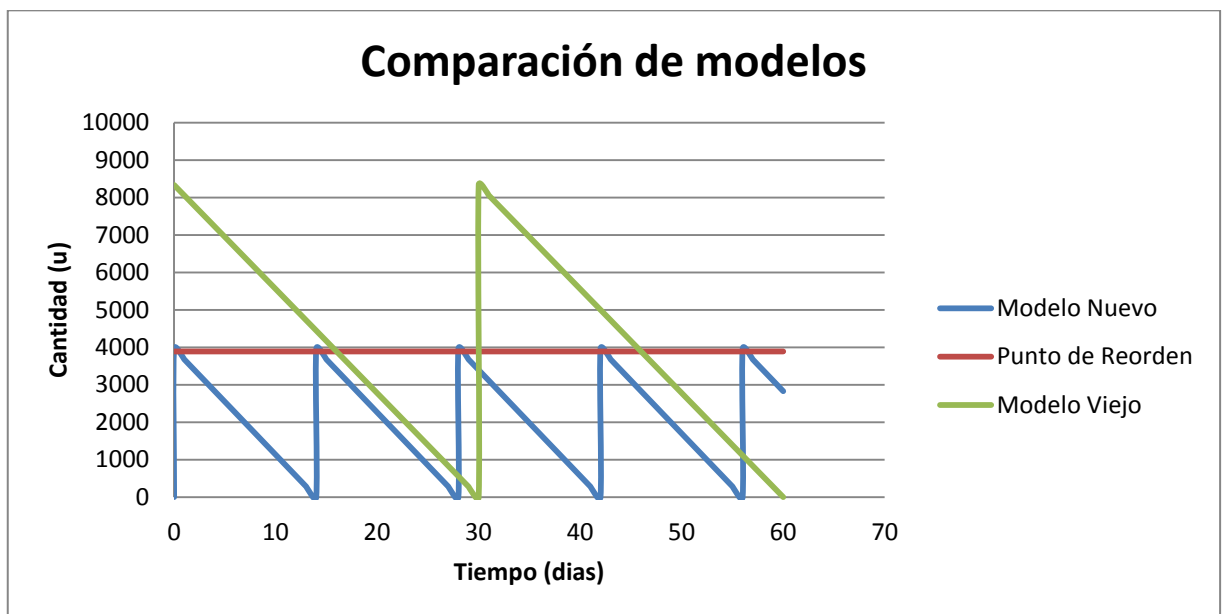


### Nuevo Modelo

La cantidad optima a pedir para los tacos es de  $Q_0 = 3.959 u$ , que según el modelo se consumiría en alrededor de 14,25 días (asumiendo un consumo de 277,78 u por día, sin tener en cuenta desviaciones de la demanda). Dado que el lead time para esta materia prima es de 14 días, no se tiene el mismo problema que se tenía con el cuero. En 14 días se consumirían alrededor de 3889 unidades, estableciendo este como el punto de re-orden, o nivel de existencias en el cual se debe realizar el nuevo pedido.



Comparación de situación actual y propuesta, utilizando los modelos



Nuevamente, si se calcula el nivel de inventarios para los dos modelos, se puede apreciar el ahorro de espacio como también de dinero. El nivel de inventarios medio del modelo nuevo es de  $\frac{3.959}{2} = 1.979 u$ , mientras que el nivel de inventarios medio del modelo viejo es de  $\frac{8.333}{2} = 4.167 u$ . Para poder determinar exactamente el ahorro, se acude al siguiente cuadro:

| Costo/Modelo | Costo Ordenar (\$) | Costo Almacenar (\$) | Costo Total (\$) |
|--------------|--------------------|----------------------|------------------|
| Modelo Nuevo | 9.261,68           | 9.264,06             | 18.525,74        |
| Modelo Viejo | 4.400,04           | 19.500,00            | 23.900,04        |

Como conclusión, con el nuevo modelo, se ahorran \$5.374,3 al año. A continuación se detallan otros parámetros comparativos:

| Parámetros           | Modelo Nuevo | Modelo Viejo |
|----------------------|--------------|--------------|
| Lote Pedido          | 3.959        | 8.334        |
| Stock Promedio       | 1.979        | 4.167        |
| Stock Seguridad      | 0            | 0            |
| Costo Total Esperado | 18.525,74    | 23.900,04    |
| Cantidad de pedidos  | 25,25        | 12,00        |

Nuevamente, la ventaja del modelo nuevo implica un ahorro de costos, como también una liberación de espacio en el almacén (mejores accesos y organización).

### Propuesta para administrar el stock de Hormas

Para establecer el modelo de stocks para las hormas, se propone un modelo de periodo fijo (en base al modelo de Wilson), sin contar con un stock de seguridad significativo (ya que es una materia prima de clase “C” y criticidad media). De todas maneras, al igual que para los tacos, se puede conservar un stock de seguridad pequeño para estar mínimamente protegidos ante fluctuaciones en la demanda o lead times.

Ya conociendo los supuestos del modelo, y las formulas a utilizar, se procede con el cálculo del lote óptimo, teniendo en cuenta los datos necesarios:

$$Q = \text{Lote Optimo}$$

$$D = 6.000 \frac{u}{\text{año}} \quad \text{Demanda Anual}$$

$$d = 16,67 \frac{u}{\text{dia}} (\text{Demanda Diaria})$$

$$t = 30 \text{ dias (Lead Time)}$$

$$K = 366,67 \frac{\$}{\text{orden}}$$

$$C_s = 36 \frac{\$}{u \cdot \text{año}}$$

Ingresando los datos:

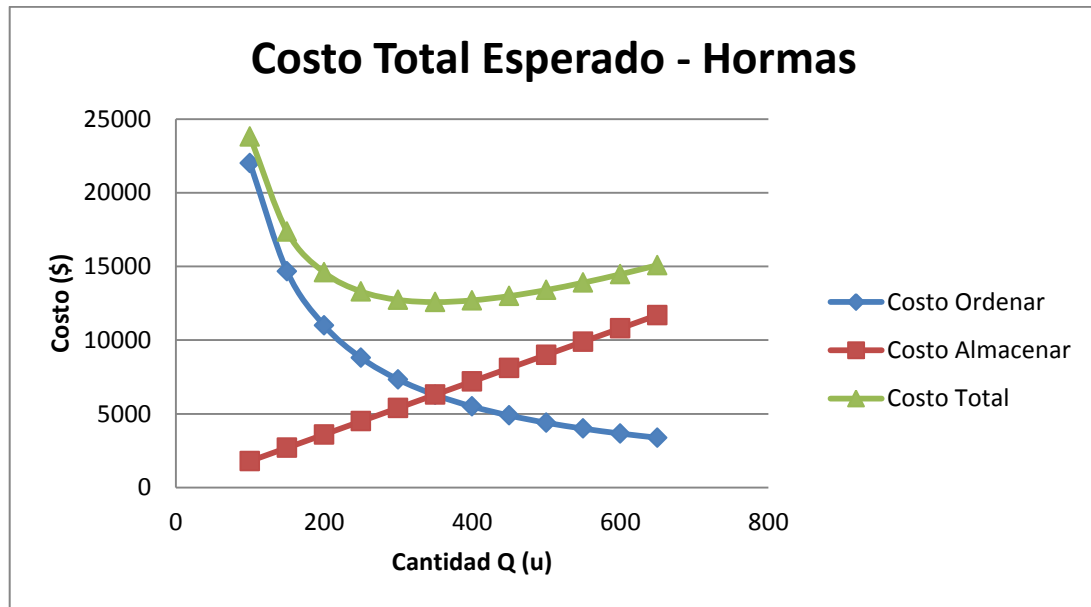
$$Q_0 = 350 u$$

$$CTE_0 = \$12.585,76$$

$$n \approx 17,14 \text{ Ciclos}$$

Nuevamente se grafica el costo esperado, el costo de ordenar y el costo de almacenamiento en función de la cantidad a pedir.

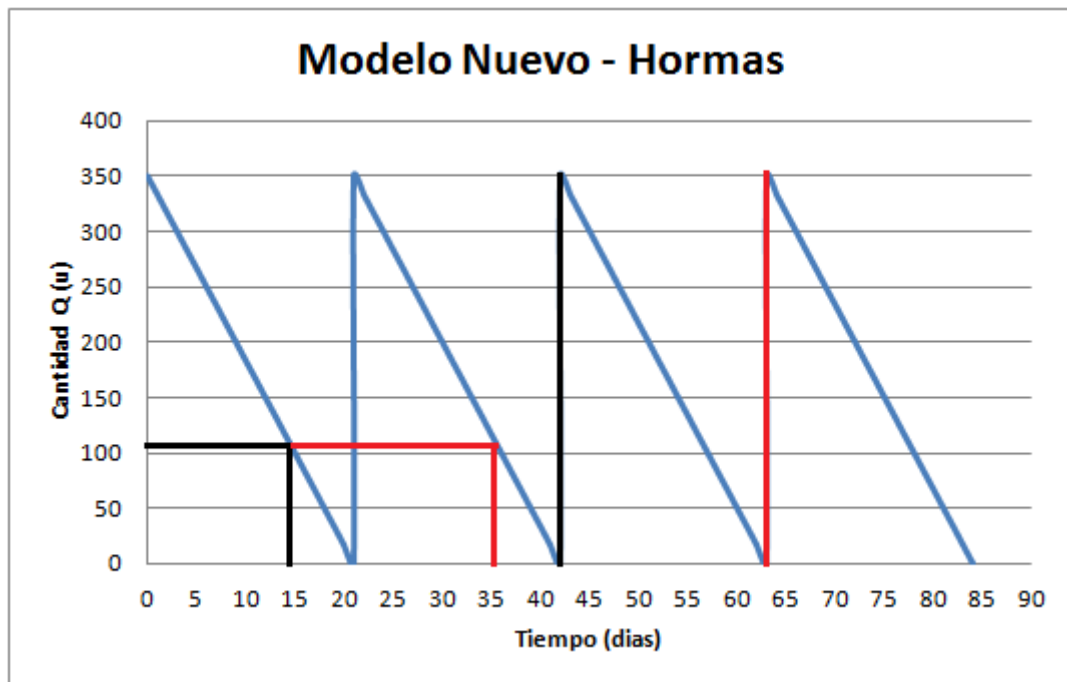
| Q (u) | Cantidad de pedidos | Costo Ordenar (\$) | Costo Almacenar (\$) | Costo Total (\$) |
|-------|---------------------|--------------------|----------------------|------------------|
| 50    | 120,00              | 44.000,40          | 900,00               | 44.900,40        |
| 100   | 60                  | 22.000,2           | 1.800                | 23.800,2         |
| 150   | 40,00               | 14.666,80          | 2.700,00             | 17.366,80        |
| 200   | 30                  | 11.000,1           | 3.600                | 14.600,1         |
| 250   | 24,00               | 8.800,08           | 4.500,00             | 13.300,08        |
| 300   | 20                  | 7.333,4            | 5.400                | 12.733,4         |
| 350   | 17,14               | 6.285,77           | 6.300,00             | 12.585,77        |
| 400   | 15                  | 5.500,05           | 7.200                | 12.700,05        |
| 450   | 13,33               | 4.888,93           | 8.100,00             | 12.988,93        |
| 500   | 12                  | 4.400,04           | 9.000                | 13.400,04        |
| 550   | 10,91               | 4.000,04           | 9.900,00             | 13.900,04        |
| 600   | 10                  | 3.666,7            | 10.800               | 14.466,7         |
| 650   | 9,23                | 3.384,65           | 11.700,00            | 15.084,65        |



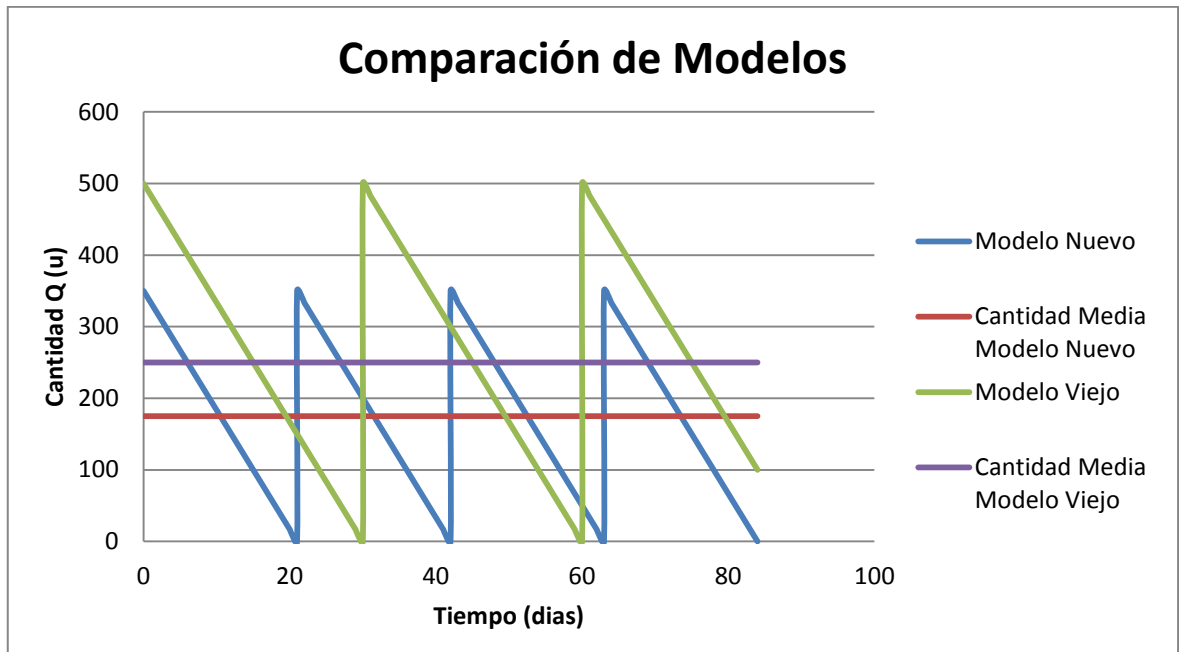
### Nuevo Modelo

La cantidad óptima de hormas a pedir es de  $Q_0 = 350 \text{ u}$ . Según el nuevo modelo de reaprovisionamiento, estas 350 unidades se consumirían en alrededor de 21 días (asumiendo un consumo de 16,67 unidades por día, sin tener en cuenta desviaciones de la demanda). En este caso se tiene el mismo problema que se tenía con el cuero, ya que para este insumo, el lead time, o tiempo de reaprovisionamiento, también es mayor al tiempo en el que se consumiría el lote optimo (lead time de 28 días).

Se propone un modelo en el que, una vez en régimen, se ordena el lote óptimo mencionado anteriormente, cada 3 semanas (21 días).



Como muestra el gráfico, una vez en régimen, se pide producto cada 3 semanas, para que llegue en 28 días (4 semanas). El primer lote se pide el día 14, y llega el día 42, el segundo lote se pide el día 35, y llega el día 63. Tiene como punto en común, un punto de re-orden de  $Q = 116,67 u$  (aunque, siendo un modelo de periodo fijo, no se va llevando registro de la cantidad de materia prima en stock tan meticulosamente como en un modelo de cantidad fija, sino simplemente se pide cada 3 semanas). Nuevamente, este modelo propuesto permite tener un stock medio menor que el modelo anterior.

Comparación de situaciones a través de los modelos:


Nuevamente, si se calcula el nivel de inventarios para los dos modelos, se puede apreciar el ahorro de espacio como también de dinero. El nivel de inventarios medio del modelo nuevo es de  $\frac{350}{2} = 175 u$ , mientras que el nivel de inventarios medio del modelo viejo es de  $\frac{500}{2} = 250 u$ . Para poder determinar aproximadamente el ahorro, se acude al siguiente cuadro:

| Costo/Modelo | Costo Ordenar (\$) | Costo Almacenar (\$) | Costo Total (\$) |
|--------------|--------------------|----------------------|------------------|
| Modelo Nuevo | 6.285,77           | 6.300                | 12.585,77        |
| Modelo Viejo | 4.400,04           | 9.000                | 13.400,04        |

Como conclusión, con el nuevo modelo, se ahorran 814,27\$ al año (poco impacto). A continuación se detallan otros parámetros comparativos:

| Parámetros           | Modelo Nuevo | Modelo Viejo |
|----------------------|--------------|--------------|
| Lote Pedido          | 350          | 500          |
| Stock Promedio       | 175          | 250          |
| Stock Seguridad      | 0            | 0            |
| Costo Total Esperado | 12.585,77    | 13.400,04    |
| Cantidad de pedidos  | 17,14        | 12,00        |

## **Conclusiones**

Aplicando las herramientas adquiridas en las materias de Investigación Operativa y Organización de la Producción II, y el sentido común, se propusieron modelos de stocks que optimizan algunos parámetros de stocks para los tres insumos más importantes para la empresa.

Dichas herramientas pueden llegar a generar un ahorro total de 97.281,73\$ anuales. También, se ahorra espacio en el depósito ya que contamos con stocks medios mucho menores.

Dado que el cuero se gestionará mediante un modelo de cantidad fija, implicaría más trabajo para Guillermo, el encargado del almacén, ya que debe chequear y registrar todos los días las existencias del cuero, pero no es una tarea que agregue demasiadas complicaciones.

## **CONCLUSIONES**

Con el avance del trabajo se fueron dando conclusiones respecto a cada sección analizada en particular, así como las propuestas pertinentes a dicha sección. Aquí lo que se intentará es dar un panorama general sobre las diferentes conclusiones y mejoras que se obtuvieron a lo largo del proyecto.

En cuanto a lay-out, se propone cambiar la distribución de las instalaciones con el fin de reducir el movimiento de materiales y lograr un mejor aprovechamiento del espacio.

Otra propuesta que busca liberar espacio dentro de la planta al reducir los stocks intermedios es cambiar el sistema de recompensa hacia los operarios ya que con esto no hace falta que cada operario fabrique un lote entero sino que lo pueden producir entre varios, así reduciendo la cantidad de producto a la espera de ser procesado.

Es necesario instalar la cantidad de matafuegos requerida por ley y mejorar su señalización y colocación. Esto es un cambio simple pero importante por la seguridad de los empleados y la planta.

Como bien se mencionó al inicio del trabajo la estrategia competitiva de la empresa se basa en diferenciación por calidad, y no por precio. La empresa actualmente si bien vende productos de calidad y está bien posicionada, vendiendo productos de buena calidad reconocidos por sus clientes, no lleva registros de calidad ni utiliza herramientas de calidad. Con el proceder del presente trabajo se pudo observar cómo con la aplicación de herramientas sencillas de calidad se puede conseguir aumentar la calidad general de la empresa de manera notable y obtener importantes mejoras tanto respecto de la calidad como, consecuentemente, en la organización más eficiente de la empresa, consiguiendo menores costos, ya que al disminuir la cantidad de defectos y reprocesos, se incurre en ahorro de costos. Esto está estrechamente vinculado con el hecho de que la empresa opta actualmente por una estrategia de detección en la que la inspección se realiza únicamente en la etapa final de producción creyendo que al controlar el resultado se minimizarían los costos, lo cual es erróneo ya que esta estrategia implica que una vez encontrado el

defecto se tenga que reprocesar o descartar la pieza, que resulta más costoso que, aplicando una estrategia de prevención, hacer énfasis en los motivos que llevaron a esos errores y cómo eliminar dichas causas para de esta forma minimizar fallas.

A través de la elaboración de un gráfico de Pareto se pudo observar cuáles son las causas más frecuentes que generan fallas en los zapatos, las cuales resultaron ser principalmente la falta de adherencia, y también, en menor medida, un pegado desalineado de los zapatos.

Luego a través de un AMFE (Análisis de Modos de Falla y sus Efectos) pudimos observar las causas de cada tipo de falla, la importancia (gravedad) y efecto de la misma, llegando a la conclusión que las deficiencias críticas en el proceso de fabricación de zapatos son: principalmente empaquetar pies mezclados, y también, con un menor grado de repercusión, la no correspondencia en talle por pegado y la falta de adherencia. Las medidas correctivas propuestas se basaban en medidas sencillas pero con mejoras considerables (las cuales están mencionadas en su correspondiente sección)

También se propusieron mejoras en cuanto a la falta de adherencia, vinculadas con medidas para mejorar tanto la fórmula de pegado como la forma de aplique y proceder por parte del operario, y también en cuanto a cómo evitar un pegado desalineado, las cuales también siendo medidas sencillas y de fácil implementación, logran resultados que permiten disminuir las fallas y reprocesos.

Con respecto a la gestión de inventarios, se proponen modelos nuevos de stocks para suplantar una débil y pobre organización de los mismos.

Dentro de la matriz Dificultad – Impacto se puede apreciar que tan factibles y rentables pueden llegar a ser las propuestas hechas.

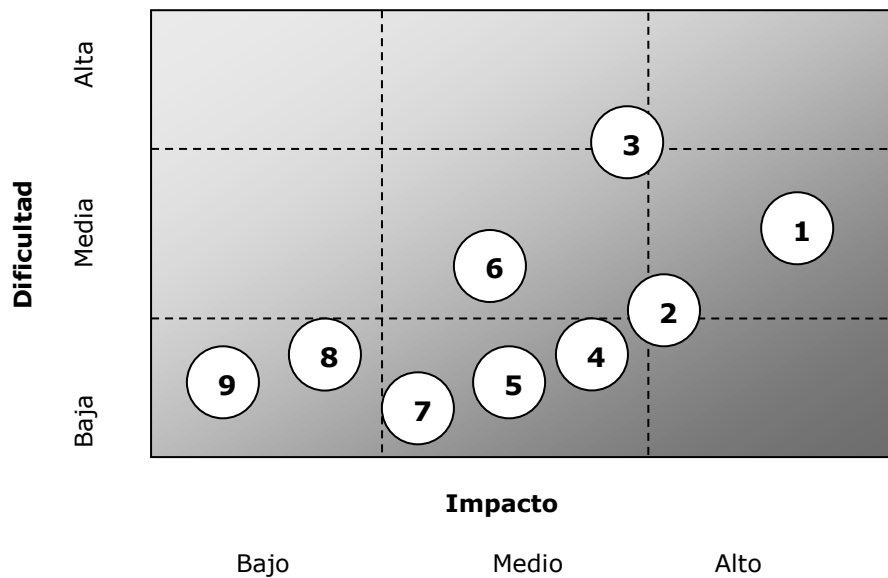
Se ha compartido el presente trabajo con Neducal. Por parte de la empresa se ha recibido como feedback que le parece un trabajo de gran ayuda, que les permite tener un buen panorama sobre cómo están funcionando actualmente y

cuáles son los puntos débiles sobre los cuales conviene trabajar. La empresa se mostró agradecida por el análisis del material con el que se ha estado trabajando, y expresaron que le parecieron de gran utilidad las propuestas de mejoras, las cuales tendrán en cuenta para implementar en el futuro.

## Matriz MDOM

En el siguiente cuadro se enlistan las propuestas de mejora según el orden recomendado de aplicación el cual está ligado al impacto de cada propuesta.

| # | Oportunidad de Mejora                               | Impacto      | Dificultad   |
|---|-----------------------------------------------------|--------------|--------------|
| 1 | Calidad – Estrategia de prevención                  | Alto         | Media        |
| 2 | Gestión de Inventarios - Cuero                      | Medio - Alto | Baja - Media |
| 3 | Lay-Out – Redistribución de las instalaciones       | Medio – Alto | Media – Alta |
| 4 | Calidad – Una sola mezcla semanal                   | Medio        | Baja         |
| 5 | Calidad – Cuadriculas para alineación de las piezas | Medio        | Baja         |
| 6 | Lay-Out – Reducción de stocks intermedios           | Medio        | Media        |
| 7 | Lay-Out – Instalar elementos de seguridad           | Medio - Bajo | Baja         |
| 8 | Gestión de Inventarios - Tacos                      | Baja         | Baja         |
| 9 | Gestión de Inventarios - Hormas                     | Baja         | Baja         |



## **BIBLIOGRAFÍA**

- WINSTON. Investigación de Operaciones. THOMSON, 2005.
- Render y Heizer. Principios de Administración de Operaciones. Pearson – 658. R16, 2004.
- OIT (Organización Internacional del Trabajo) -(Kanawaty, George). Introducción al Estudio del Trabajo. Limusa – 658.542 O5, 1999.
- KRAJEWSKI LEE J. y RITZMAN LARRY P.: “Administración de Operaciones” Estrategia y Análisis. Quinta Edición. Prentice Hall, México,, 2009.
- Amitava Mitra. Fundamentals of Quality Control and Improvement",. Prentice Hall - seg edicion, 1999.
- Matriz MDOM: desarrollada para el proyecto “Programa de Mejoramiento de la Productividad de las Pymes del Sector Metalúrgico mediante la aplicación de TICs”- Convenio ADIMRA-ITBA -2006
- <http://www.redproteger.com.ar/>
- <http://www.prune.com.ar/>

### **Proyectos y Tesis anteriores**

- Baraschi, Mayra Lorena; Redelico, Francisco. “Aseguramiento de calidad en el proceso de producción para un modelo de calzado”. Proyecto Final. 2012
- Crespo, Rodrigo; Grussi, Matías; Moguillansky, Rodrigo. “Creatividad aplicada al negocio del calzado”. Proyecto Final. 2012.
- Carrabs, Matías Germán; Torbidoni, Martín Antonio; Redelico, Francisco. “Implementación de un sistema de costeo en una PyME argentina”. Proyecto Final. 2013.

### **Contactos dentro de la empresa**

- Victor Hugo Karakachian, presidente de Neducal SA. Nos contó sobre la empresa, productos y un panorama general sobre el mercado

- Claudio Augusto López, encargado de compras. Nos mostró el proceso de producción. Fue con quien coordinamos y nos recibía en la mayoría de las visitas.
- Guillermo Karakachian, el hermano del dueño, es el encargado del almacén y del sector de corte. Él nos dio información sobre stocks.
- Horacio Ripoldi, gerente de calidad. Nos dio información sobre el tema.

## **ANEXO**

### Solución de Problemas (TOPS-8D)

D1)

Los integrantes del equipo tendrán las siguientes características:

**Gestor:** es el “dueño” del problema, debe ayudar a eliminar inhibidores. En nuestro caso, será el dueño de la empresa ya que tiene la autoridad necesaria para las futuras acciones correctivas a implementar. Es importante destacar que no debe asistir a todas las reuniones, pero está pendiente de la resolución del problema.

**Líder:** es quien administra el equipo y el proyecto asegurando el cumplimiento de las actividades. En este cargo se denominará al capataz de la empresa como líder del grupo ya que tiene la habilidad necesaria para conectarse con todos los integrantes ya sea para motivarlos como para reprenderlos por malos desempeños.

**Secretario:** la persona más acorde para desenvolverse en este puesto será alguien que conozca el proceso productivo ya que se necesitará registrar, tomar nota de todas las reuniones que apunten a solucionar nuestro problema. En nuestro proyecto, esta persona será un empleado del sector administrativo que recientemente se encontraba desempeñándose como operario en el sector armado.

**Miembros del equipo:** son el alma del equipo y su conformación dependerá de la naturaleza del problema, el alcance del mismo y las experiencias requeridas. Estos puestos serán ocupados por el personal del equipo de pegado ya que

creemos que actuarán con juicio y se esforzarán en solucionar el problema que los compete.

Facilitador: si bien es un papel decidimos que un miembro de nuestro equipo se encuentre como asistente neutral para evaluar la dinámica del grupo. De esta forma tendremos una visión global del funcionamiento del equipo de trabajo sin intereses dentro de la organización.